SHOUT
SHARE
IT

ACA
0132

HARVARD UNIVERSITY

VE RI TAS

LIBRARY

OF THE

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOÖLOGY

6152
Bought

July 20, 1942

BOLETIN

DE LA

ACADEMIA NACIONAL DE CIENCIAS

EN CÓRDOBA (REPÚBLICA ARGENTINA)

BOLETIN

DE LA

ACADEMIA NACIONAL

DE CIENCIAS

EN CORDOBA (REPÚBLICA ARGENTINA)

BOSTON SOCIETY
OF
NATURAL HISTORY

Tomo XIV

LIBRARY
MUS. COMP. ZOÖLOGY,
CAMBRIDGE, MASS.

BUENOS AIRES
IMPRENTA DE P. E. CONI E HIJOS, ESPECIAL PARA OBRAS
680 — Calle Perú — 680

1894

J.A.M

~~18-16~~
17-16

Museum of Comparative Zoology
JUL 20 1942
LIBRARY

6152

BOLETIN

DE LA

ACADEMIA NACIONAL DE CIENCIAS

EN

CÓRDOBA

(República Argentina)

Julio de 1894.—Tomo XIV
Entrega 1ª

BUENOS AIRES
IMPRENTA DE PABLO E. CONI É HIJOS, ESPECIAL PARA OBRAS
680 — CALLE PERÚ — 680

1894

ACADEMIA NACIONAL DE CIENCIAS

DE LA

REPÚBLICA ARGENTINA (EN CÓRDOBA)

PROTECTOR

S. E. el Presidente de la República, Dr. D. LUIS SAENZ PEÑA

PRESIDENTE HONORARIO

S. E. el Ministro de Justicia, Culto é Instruccion Pública, Dr. J. V. ZAPATA

COMISION DIRECTIVA

PRESIDENTE

Ing. D. Angel Machado

DIRECTORES

Dr. D. Oscar Doering.
Dr. D. Adolfo Doering.
Dr. D. Federico Kurtz.
Dr. D. Arturo de Seelstrang.
Dr. Pablo Cottenot.
Dr. D. G. Bodenbender.

SECRETARIOS

Interno y de actas: **Ing. D. F. Alvarez Sarmiento.**
De correspondencia extrangera: **Dr. D. Federico Kurtz,** bibliotecario.

COMISION REDACTORA DEL BOLETIN Y ACTAS

Dres. Oscar Doering, Adolfo Doering, Arturo de Seelstrang

COMISION DE BIBLIOTECA

Dres. Oscar Doering, Federico Kurtz, Guillermo Bodenbender.

EL PERÍODO DIURNO Y ÁNUO

DE LAS

TORMENTAS EN CÓRDOBA

Por OSCAR DOERING

En Marzo de 1891 publiqué en este *Boletin* los primeros datos sobre la marcha diurna y ánua de las tormentas en Córdoba ([1]).

Habiéndose continuado esas observaciones en la Oficina Meteorológica de la Provincia, vuelvo hoy á tratar el mismo tópico con más acopio de datos. Pues mientras que formaban la base de mi primera publicacion las observaciones de 1882 á 1890, dispongo para este trabajo de los apuntes continuados hasta el 30 de Junio de 1894, pero he borrado, por incompletos, los que correspondían á los meses de Enero á Setiembre inclusive de 1882. De consiguiente puedo dar hoy los resultados de casi 12 años de observacion.

Otra ventaja más caracteriza este nuevo trabajo. Una revision prolija de mis diarios me ha permitido dar más detallado el período diurno de las tormentas, subdividiendo el dia en 12 partes, siendo así que antes había dado la frecuencia de 3 en 3 horas. Sólo 8 tormentas nocturnas que habían ocurrido de media noche á 3 a. m., me han dejado en la duda de si debían consignarse en la columna de 12 h. m. n. á 2 a. n. ó de 2 a. m. á 4 a. m. Las he distribuido por partes iguales sobre estas dos porciones del dia.

---

[1] Véase *Boletin de la Academia Nacional de Ciencias*, tomo XII, pág. 177: *La marcha diurna de algunos elementos meteorológicos en Córdoba*.

La marcha ánua de las tormentas

La Tabla I que acompaño, enseña, en general, la marcha de la frecuencia de las tormentas durante el año. Por resolucion internacional se ha adoptado la costumbre de contar los días de tormenta en vez de las distintas tormentas, así como al tratar de la frecuencia de la lluvia no se hace el recuento de las distintas lluvias ó aguaceros, sinó el de los días de lluvia. Pero mientras que existe el convenio de tomar por principio de un día de lluvia la hora de la observacion matutina (7 a.m. ó 8 a. m.), de modo que una lluvia que se precipita entre media noche y esa hora, se considera como correspondiente al día anterior,—no hay acuerdo ninguno entre los climatólogos sobre la hora con que debe comenzar y terminar un dia de tormenta. Y sin embargo no es indiferente este detalle, como lo demuestra la confrontacion de las cifras de la frecuencia que figuran en las columnas *a* y *b*. Bajo *a* se consignan los días de tormenta contados conforme al método generalizado para los días de lluvia, y las cifras de la columna *b* resultan, si se cuenta los días de medianoche á medianoche ó de conformidad rigurosa con la fecha. Este último método arroja para Córdoba 12 días más en los casi 12 años que se tratan. El aumento corresponde con preferencia á los meses calurosos del año, en que la erupcion de una tormenta es muchas veces la señal para la formacion sucesiva de varias otras. En los meses de escasez de tormentas no hay varios de esos fenómenos dentro de 24 horas sinó excepcionalmente, por lo tanto aparecen más conformes, en esa estacion, uno y otro sistema de contar los días de tormenta.

Me he decidido en este estudio á favor de los días que corren de media noche á media noche.

Pasando ahora á examinar la Tabla I, encontramos en las columnas *a* y *b* el número de días de tormenta que se han observado en cada mes durante los 11 años 9 meses á principiar con el 1º de Octubre de 1882. El número medio de esos días que corresponde á cada mes, ocupa la columna 3 encabezada « días por año ».

En término medio tenemos en Córdoba anualmente 50.4 días en que se levantan tormentas de truenos y relámpagos. Su número efectivo en los distintos años de observacion varía del modo siguiente:

1883	1884	1885	1886	1887	1888	1889	1890	1891	1892	1893
51	49	43	47	40	53	48	59	61	52	61

De estas cifras se deduce que el promedio de 50.4 está afectado de un error probable de ± 1.42 y que la variabilidad media del número anual de los días de tormenta es de 5.4.

La distribucion de las tormentas sobre el año es sumamente desigual. En la estacion fría del año son escasas: los 6 meses de Octubre hàsta Marzo están caracterizados por una gran frecuencia de las tormentas. A Junio, Julio y Agosto reunidos corresponden apenas 2 días de tormenta, ó sea el 4 $^0/_0$ de la suma anual (columna 4 de la Tab. I). El mes de Enero, por si solo, tiene un número de días de tormenta (7.8 días ó 155 $^0/_{00}$) que no es igualado por los meses de Abril á Setiembre juntos.

Para formarnos una idea aproximada del período de esa frecuencia, hemos preparado las cifras de la última columna de nuestro cuadro I, ó de la probabilidad de un dia de tormenta en los distintos meses. Esta probabilidad es la rela–

cion entre el número de los días de tormenta y el de todos los días durante un mes: nos indica qué parte del total de los días del mes constituyen los días de tormenta. Las cifras que son la expresion de la probabilidad, tienen una ventaja notable sobre aquellas que nos dan el número medio de días.

Por ejemplo, tanto á Noviembre, como á Diciembre corresponden 9.3 días de tormenta, y sin embargo no son equivalentes esas cifras, puesto que los dos meses se componen de un número desigual de días.

Noviembre, mes de sólo 30 días, es más favorecido con tormentas que Diciembre que entre 31 días presenta el mismo número de días tormentosos que aquel mes más corto. Esas desigualdades de los meses desaparecen, y se dispone de guarismos rigurosamente comparables, si se calcula la probabilidad.

Examinándose las cifras que constituyen la columna encabezada «probabilidad», resulta que desde un mínimum en Junio, la probabilidad sube, al principio muy despacio, luego rápidamente, hasta Noviembre, mes del máximum, manteniéndose en Diciembre casi á la misma altura, y baja lentamente hasta Junio. Tal es la impresion que nos dejan las cifras correspondientes á los distintos meses.

Si se quiere estudiar más detalladamente la marcha anual, es necesario elegir subdivisiones más pequeñas del año.

En el cuadro II presentamos los días de tormenta clasificados por décadas, entendiendo por 1ª década de un mes, los días 1 á 10, por 2ª, los del 11 al 20 inclusive, y atribuyendo á la 3ª década los días restantes del mes. La desigualdad de esas fracciones del mes se elimina, calculando la probabilidad de un día de tormenta en la década (véase «Probabilidad a»). A fin de hacer desaparecer ciertas irregularidades procedentes del número relativamente pequeño de años, hemos dado tambien una probabilidad depurada (b), cuyas cifras deben su orígen al método sintetizado por la fórmula $b = \frac{a + 2b + c}{4}$, considerando *a*, *b* y *c* como valores correspondientes á tres períodos subsiguientes.

Advierto que el número de días de tormenta en Julio, Agosto y Setiembre que corresponden á sólo 11 años, ha sido aumentado, en este cuadro, en la proporcion de 12 : 11 para tener cifras comparables.

En la agrupacion del material por décadas, la marcha ánua no se presenta tan sencilla, sinó que resulta bastante complicada, principalmente en las épocas del máximum y mínimum. Lo más sorprendente é interesante es ver constatado en la parte central de la República Argentina un fenómeno singular cuya existencia comprobó el señor von Bezold para el centro de Europa(¹): la duplicacion del máximum de la frecuencia de las tormentas. En efecto, el máximum absoluto que ocurre en la última década de Diciembre, va precedido de otro casi igual que tiene lugar en Noviembre y que á su vez se presenta bifurcado en la 1ª y 3ª década de este mes. No me atrevo á señalar ya ciertas oscilaciones en la época de la frecuencia mínima: algunos años más de observacion van á enseñar si son casuales ó fundadas. Pero la existencia de un máximum doble es innegable y resulta comprobada, si entramos en más detalles, disponiendo el material por pentadas, lo que se ha hecho en la Tabla III.

Bien sé que la pentada es una fraccion del año demasiado pequeña con relacion al número de años de que se trata aquí: sería aventurado atribuir á esas cifras gran fuerza de argumentacion para la marcha detallada durante todas las épocas del año. Sin embargo, en atencion á la abundancia del material de observacion en los meses de Noviembre y Diciembre no me parece reprochable estudiar la marcha por pentadas en estos dos meses.

La Tabla III nos suministra los datos estadísticos para todo

(¹) v. Bezold en *Poggend. Ann. d. Phys*, tomo 136, pág. 513, año 1869.

el año y reproduce la frecuencia no sólo de los días de tormenta, sinó tambien de las distintas tormentas. Las cifras de Julio, Agosto y Setiembre que resultan de sólo 11 años de observacion, se han dejado intactas. En las columnas *a* se consigna el resultado directo de la observacion, las cifras de *b* deben su existencia al método de depuracion descrito más arriba. Descubrimos una frecuencia grande en la pentada 62 (Noviembre 2-6) y despues de pasar por cifras poco inferiores, llegamos al máximum en la pentada 66 (Noviembre 22 á 26). Desde allí disminuye mucho la frecuencia para levantarse otra vez más en las pentadas 71 y 72 que ostentan el segundo máximum. Los números de frecuencia en las pentadas de Noviembre no excluyen la probabilidad de que con el aumento de las observaciones se señale un solo máximum en Noviembre en vez de los dos á principios y á fines del mes, quedando, en este caso, mejor acentuado el doble máximum del verano. Si consideramos la frecuencia de las distintas tormentas, el fenómeno aparece en la misma forma.

La frecuencia mínima es probable que corresponda á la pentada 35 (Junio 20 á 24), separada por un intervalo de 6 meses, del máximum de Diciembre.

El período diurno de las tormentas

He advertido ya en mi primera publicacion que las horas apuntadas son las del principio de la tormenta, ó sea del primer trueno que se haya oído.

El período diurno derivado del total de las tormentas observadas que constituyen sumadas el número considerable de 776, está bien marcado, y visible aún en la mayor parte de los distintos meses.

El 60 % de todas las tormentas principian entre medio dia y media noche. Si distinguimos en las 24 horas el dia (de 6 a. m. á 6 p. m.) y la noche (de 6 p. m. á 6 a. m.) encontramos un pequeño exceso á favor de ésta: 51 °/₀ de noche, 49 °/₀ de día. La curva de la frecuencia presenta 2 máximos y 2 mínimos distribuidos así:

1^er máximum de 12 m. d. á 2 p.;
2° máximum de 8 p. á 10 p.;
1^er mínimum de 8 á 10 a. m.;
2° mínimum de 4 á 6 p. m.

El máximum doble en la marcha diurna es algo que no se ha observado en otra parte. Si bien se ha notado en muchas localidades un aumento de la frecuencia despues de media noche, este máximum era siempre muy insignificante, verdaderamente secundario, mas en Córdoba las dos máximas son casi iguales.

Algunas diferencias entre la marcha diurna de las tormentas de verano y la de las que se observan en invierno se han dejado sentir siempre que se hayan tratado unos y otros separadamente. Esta circunstancia me ha inducido á ceder un renglon especial en la Tabla IV á las tormentas de Junio, Julio y Agosto. Es impracticable en nuestro caso, lo que hemos hecho en muchas otras ocasiones, añadir á esos meses los de Abril, Mayo y Setiembre para derivar así la marcha diurna para los meses fríos del año (Abril-Setiembre), pues aquellos meses contienen en su curva diurna rasgos característicos inherentes á los demás meses de Octubre á Marzo, como ser el máximum despues de medio dia ó el que se nota hácia la media noche. Bajo el punto de vista que nos ocupa, la única division posible del año es la que se ha puesto en práctica en nuestra Tabla IV: el invierno (Junio, Julio, Agosto) y los 9 meses restantes.

La marcha diurna en estos meses coincide con la del año, puesto que las tormentas que ocurren en ellos, forman el 97 °/₀ del total.

Las 26 tormentas observadas en Junio, Julio y Agosto nos suministran una curva diurna en que las horas despues de mediodia no sólo no presentan un máximum, sinó que son la época de entrada del mínimum. En las primeras horas de la noche principia á crecer la frecuencia y llega á su punto culminante entre las 2 a. m. y 6 a. m.

Esta particularidad está conforme con los resultados de la experiencia en otras zonas: las tormentas de invierno ocurren con preferencia durante la noche.

Rumbos de procedencia de las tormentas

Se han aprovechado, finalmente, los apuntes de mis diarios para elaborar las Tablas V y VI que se ocupan con el rumbo del que han venido las tormentas.

Aunque no me parece todavía llegado el momento de entrar en una discusion detallada de estos datos, no dejaré, por esto, de ilustrarlos con algunas palabras.

La suma total de las distintas tormentas observadas desde el 1° de Octubre de 1882 asciende á 803 (véase la Tab. V), pero sólo en 510 se ha podido consignar sin equivocacion el rumbo de su procedencia. La última columna del mismo cuadro establece la relacion que guardan las tormentas así especificadas con la suma total de las que se han observado en cada mes. Esta proporcion oscila entre el 25 °/₀ (en Agosto) y el 82 °/₀ (en Julio), variando de un mes al otro; su término medio es de 63.5.

A pesar de no estar completos, estos datos nos suministran una idea aproximada de los rumbos que las tormentas de Córdoba llevan con preferencia. Las cifras inscritas en las columnas correspondientes á los 8 rumbos, expresan la frecuencia relativa, en la escala de 100. Fijándonos en el resultado general, sin hacer distincion de estaciones del año, ni de meses, resulta que la mitad de todas las tormentas vienen del Sur y Sur-Oeste. Los rumbos más favorecidos, en seguida de éstos, son el Norte y Oeste; del N.E, E. y S.E. proceden sólo un 12 °/₀ ó sea la octava parte de todas.

El último cuadro (VI) que acompaño, trata de la procedencia de las tormentas bajo otro punto de vista, el de su relacion con la hora en que se levantan. Las cifras del cuadro son las frecuencias absolutas observadas.

Espero me sea dado volver despues de haberse completado la série con algunos años más de observacion, sobre estas y otras cuestiones interesantes relacionadas con las tormentas.

Córdoba, Julio 8 de 1894.

DIAS DE TORMENTA EN CÓRDOBA

Tab. I

MESES	FRECUENCIA DE LOS DIAS DE TORMENTA		Dias por año	°/o	Probabilidad
	a	b			
Enero	90	94	7.8	15.5	.253
Febrero	73	74	6.2	12.2	.218
Marzo	57	58	4.8	9.6	.156
Abril	21	22	1.8	3.6	.061
Mayo	14	14	1.2	2.3	.038
Junio	6	6	0.5	1.0	.017
Julio *	10	8	0.7	1.4	.023
Agosto *	8	8	0.7	1.4	.023
Setiembre *	29	29	2.6	5.2	.088
Octubre	69	66	5.5	10.9	.177
Noviembre	110	112	9.3	18.5	.311
Diciembre	103	111	9.3	18.4	.298
Diciemb. á Febrero			23.3	46.0	.256
Marzo á Mayo			7.8	15.5	.085
Junio á Agosto			1.9	3.9	.021
Setiemb. á Noviemb.			17.4	34.6	.192
Octubre á Marzo			42.9	85.0	.236
Abril á Setiembre			7.5	15.0	.042
Año	(590)	(602)	50.4	100	.139

---

* 11 años.

DIAS DE TORMENTA EN CÓRDOBA

POR DÉCADAS

Tab. II

DÉCADAS	Dias de tormenta	PROBABILIDAD		DÉCADAS	Dias de tormenta	PROBABILIDAD	
		a	*b*			*a*	*b*
Enero.. I	32	.267	.275	Julio... I	3.3	.027	.022
» II	27	.225	.245	» II	2.2	.018	.022
» III	35	.265	.247	» III	3.3	.025	.019
Febrero I	28	.233	.227	Agosto. I	1.1	.009	.020
» II	21	.175	.209	» II	4.4	.036	.026
» III	25	.253	.218	» III	3.3	.025	.040
Marzo.. I	23	.192	.199	Setiemb. I	8.7	.073	.061
» II	19	.158	.157	» II	8.7	.073	.084
» III	16	.121	.130	» III	14.2	.118	.104
Abril.. I	14	.117	.095	Octubre.. I	13	.108	.142
» II	3	.025	.053	» II	28	.233	.191
» III	5	.042	.046	» III	25	.189	.232
Mayo.. I	9	.075	.052	Noviemb. I	38	.317	.279
» II	2	.017	.033	» II	35	.292	.307
» III	3	.023	.022	» III	39	.325	.302
Junio.. I	3	.025	.020	Diciemb. I	32	.267	.286
» II	1	.008	.015	» II	34	.283	.294
» III	2	.017	.017	» III	45	.341	.309

FRECUENCIA DE LAS TORMENTAS EN CÓRDOBA

POR PENTADAS

OCTUBRE DE 1882 Á JUNIO DE 1894

Tab. III,1

Nº	PENTADAS	DIAS DE TORMENTA		TORMENTAS	
		a	*b*	*a*	*b*
1	Enero 1 á 5 Enero	15	16.2	16	20.0
2	» 6 á 10 »	17	16.8	25	22.0
3	» 11 á 15 »	18	15.5	22	19.8
4	» 16 á 20 »	9	12.2	10	14.5
5	» 21 a 25 »	13	13.5	16	16.2
6	» 26 á 30 »	19	15.8	23	19.2
7	» 31 á 4 Febrero	12	13.7	15	17.0
8	Febrer. 5 á 9 »	12	13.2	15	18.2
9	» 10 á 14 »	17	13.8	28	20.8
10	» 15 á 19 »	9	13.5	12	18.5
11	» 20 á 24 »	19	14.2	22	17.5
12	» 25 á 1 Marzo	10	12.2	14	17.5
13	Marzo 2 á 6 »	10	9.2	20	15·8
14	» 7 á 11 »	7	10.0	9	14.8
15	» 12 á 16 »	16	10.5	21	13.5
16	» 17 á 21 »	3	8.2	3	10.5
17	» 22 á 26 »	11	7.2	15	9.2
18	» 27 á 31 »	4	6.5	4	8.2
19	Abril 1 á 5 Abril	7	6.2	10	8.0
20	» 6 á 10 »	7	5.5	8	6.8
21	» 11 á 15 »	1	2.8	1	3.2
22	» 16 á 20 »	2	2.0	3	2.8
23	» 21 á 25 »	3	2.5	4	3.2
24	» 26 á 30 »	2	2.5	2	2.8
25	Mayo 1 á 5 Mayo	3	3.5	3	3.8
26	» 6 á 10 »	6	3.8	7	4.2
27	» 11 á 15 »	—	2.0	—	2.2
28	» 16 á 20 »	2	1.0	2	0.5
29	» 21 á 25 »	—	1.0	—	1.2
30	» 26 á 30 »	2	1.5	3	2.0
31	» 31 á 4 Junio	2	2.0	2	2.5
32	Junio 5 á 9 »	2	1.8	3	2.2
33	» 10 a 14 »	1	1.0	1	1.2
34	» 15 á 19 »	—	0.2	—	0.2
35	» 20 á 24 »	—	0.0	—	0.0
36	» 25 á 29 »	—	1.0	—	1.2
37	» 30 á 4 Julio	4	2.2	5	2.8

FRECUENCIA DE LAS TORMENTAS EN CÓRDOBA

POR PENTADAS

OCTUBRE DE 1882 Á JUNIO DE 1894

(Conclusión)

Tab. III, 2

Nº	PENTADAS	DIAS DE TORMENTA		TORMENTAS	
		a	*b*	*a*	*b*
38	Julio 5 á 9 Julio	1	1.5	1	1.8
39	» 10 á 11 »	—	0.7	—	0.7
40	» 15 á 19 »	2	1.2	2	1.5
41	» 20 á 24 »	1	1.5	2	2.0
42	» 25 á 29 »	2	1.5	2	2.0
43	» 30 á 3 Agosto	1	1.0	2	1.5
44	Agosto 4 á 8 »	—	0.5	—	0.8
45	» 9 á 13 »	1	1.2	1	1.2
46	» 14 á 18 »	3	2.0	3	2.0
47	» 19 á 23 »	1	1.3	1	1.2
48	» 24 á 28 »	—	1.5	—	1.5
49	» 29 á 2 Sbre.	5	3.5	5	3.5
50	Sbre. 3 á 7 »	4	3.5	4	3.5
51	» 8 á 12 »	1	2.5	1	3.0
52	» 13 á 17 »	4	3.8	6	6.2
53	» 18 á 22 »	6	5.7	12	9.5
54	» 23 á 27 »	7	6.0	8	8.2
55	» 28 á 2 Octubre	4	5.0	5	6.2
56	Octubre 3 á 7 »	5	6.0	7	7.8
57	» 8 á 12 »	10	9.8	12	13.0
58	» 13 á 17 »	14	14.0	21	19.5
59	» 18 á 22 »	18	14.8	24	20.0
60	» 23 á 27 »	9	12.5	11	15.5
61	» 28 á 1 Nbre.	14	14.5	16	18.5
62	Nbre. 2 á 6 »	21	18.2	31	25.0
63	» 7 á 11 »	17	18.2	22	25.0
64	» 12 á 16 »	18	17.8	25	23.8
65	» 17 á 21 »	18	19.8	23	26.7
66	» 22 á 26 »	25	20.0	36	28.8
67	» 27 á 1 Dbre.	12	17.2	20	25.0
68	Dbre. 2 á 6 »	20	16.0	24	20.5
69	» 7 á 11 »	12	14.0	14	17.5
70	» 12 á 16 »	12	15.0	18	20.2
71	» 17 á 21 »	24	20.5	31	27.5
72	» 22 á 26 »	22	21.5	30	28.5
73	» 27 á 31 »	18	18.2	23	23.0

PERIODO DIURNO DE LA FRECUENCIA DE LAS TORMENTAS EN CORDOBA

OCTUBRE DE 1882 Á JUNIO DE 1894

Escala de 1000

Tab. IV

MESES	0-2 a.	2-4 a.	4-6 a.	6-8 a.	8-10 a.	10-12 m.	12-2 p.	2-4 p.	4-6 p.	6-8 p.	8-10 p.	10-12 p.	Número absoluto de tormentas
Enero	83	73	73	64	83	83	119	110	101	37	119	55	109
Febrero	53	53	43	53	32	85	138	149	96	128	106	64	94
Marzo	87	58	73	87	58	15	101	116	58	145	101	101	69
Abril	77	77	115	77	38	38	155	155	—	38	115	115	26
Mayo	71	71	—	71	—	—	143	71	—	143	215	215	14
Junio	—	143	143	—	286	—	—	—	—	142	—	286	7
Julio	90	182	91	91	91	91	—	91	—	91	91	91	11*
Agosto	125	125	375	—	—	125	—	—	—	125	—	125	8*
Setiembre	51	—	51	128	51	77	103	103	128	103	154	51	39*
Octubre	102	91	57	68	23	79	79	91	46	91	159	114	88
Noviembre	80	74	68	86	31	49	136	99	74	93	117	93	162
Diciembre	74	74	67	60	54	74	148	114	80	74	80	101	149
Junio, Julio y Agosto	77	155	192	38	115	77	—	38	—	115	38	155	26
Setiembre á Mayo	77	68	64	73	45	64	126	112	76	89	117	89	750
Año	77	72	68	72	48	61	121	110	73	90	113	92	776

* 11 años

FRECUENCIA RELATIVA DE LAS TORMENTAS DE CÓRDOBA

SEGÚN EL RUMBO DE QUE PROCEDEN

OCTUBRE DE 1882 Á JUNIO DE 1894

Escala de 100

Tab. V

MESES	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma absoluta	Suma total	°/°
Enero...	9	7	7	3	30	28	12	4	74	117	63
Febrero .	10	5	1	7	17	37	11	12	76	101	75
Marzo...	22	5	7	4	26	18	9	9	55	76	72
Abril....	23	15	8	—	15	16	23	—	13	29	45
Mayo....	12	12	—	—	38	25	13	—	8	16	50
Junio ...	—	20	—	—	20	—	60	—	5	7	71
Julio. ...	33	—	—	—	33	12	—	22	9	11	82
Agosto..	—	—	—	—	50	—	50	—	2	8	25
Setiemb.	32	3	7	—	18	11	18	11	28	39	72
Octubre .	18	2	4	2	33	23	6	12	49	88	56
Noviemb.	12	3	2	4	26	24	18	11	93	162	57
Diciemb.	20	5	2	2	32	19	12	8	98	149	66
Año.	16	5	4	3	27	23	13	9	510	803	63.5

PROCEDENCIA DE LAS TORMENTAS DE CORDOBA

SEGÚN LA HORA DE SU PRINCIPIO

OCTUBRE DE 1882 Á JUNIO DE 1894

Tab. VI

HORA	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Suma
0–2 a.	4	1	1	—	11	4	2	1	24
2–4 a.	4	—	—	—	10	3	2	—	19
4–6 a.	1	—	—	—	4	3	1	1	10
6–8 a.	13	1	1	—	7	5	1	3	31
8–10 a.	4	—	—	1	5	4	6	1	21
10–12 m.	8	1	1	—	3	9	7	3	32
12–2 p.	8	3	2	1	11	17	15	9	66
2–4 p.	11	4	1	5	21	17	10	9	78
4–6 p.	4	3	6	4	12	11	4	2	46
6–8 p.	10	5	2	2	12	17	7	6	61
8–10 p.	13	6	5	3	24	18	9	9	87
10–12 p.	2	2	—	—	15	11	3	2	35
Suma..	82	26	19	16	135	119	67	46	510

LA

LLANURA AL ESTE DE LA SIERRA DE CÓRDOBA (1)

CONTRIBUCIÓN A LA HISTORIA
DEL DESARROLLO DE LA LLANURA PAMPEANA

Por Guillermo BODENBENDER

Sobre la composicion geológica de la llanura argentina, en general, estamos bastante instruidos, pero no tenemos hasta hoy una idea exacta de su orígen.

La teoría de cataclismo de D'Orbigny, la de un gran estuario de Darwin y la del viento de Bravard, como se fundaban en suposiciones arbitrarias ó en observaciones parciales, no son ya sostenibles. Corresponde á Burmeister el mérito de haber reconocido, el agua en primer lugar y el viento en segundo. como los agentes eficaces en el desarrollo de la formacion pampeana. Más tarde se ha introducido otro factor más: la vegetacion.

Puede ser que con ayuda de estos elementos podamos explicar bien el desarrollo de porciones limitadas de la formacion, pero si echamos una mirada á toda ella tenemos que confesar que son insuficientes para explicarnos su verdadero orígen, como veremos más adelante.

---

(1) Publicado en el año 1893 en *Petermanns Mittheilungen.*

Las regiones observadas por exploradores son muy limitadas en comparacion á la gran extension de la formacion, de modo que hay que tener cuidado de no generalizar tan ligero.

No es posible obtener resultados satisfactorios, en cuanto á la génesis de la formacion, sinó por investigaciones de todos los estratos en extension horizontal, como tambien en sus relaciones con las formaciones viejas y con todos los procedimientos tectónicos; estudios que sólo pueden hacerse en las faldas de las montañas centrales, de los Andes y en las márgenes de los ríos, donde la erosion, producida por el agua, ha dejado las capas accesibles á la observacion.

Si la formacion pampeana debe su origen á la accion constante de las mismas fuerzas, á un procedimiento contínuo, y si existe una continuidad en los acontecimientos pampeanos y post-pampeanos, lo que está fuera de duda, no tenemos mejor campo de estudios que los puntos mismos en que aquellas fuerzas han actuado y actúan aún.

Conociendo todos los procedimientos físico-geológicos que se desarrollan hoy dentro del sistema de un río y la composicion geológica de los valles, se podrá reconstruir los cursos de los ríos desde los tiempos más remotos y reconocer la naturaleza de los estratos.

Con esto, conoceremos bien partes de la llanura argentina en su forma actual y abrigamos la esperanza, de que adelantando por este camino, llegaremos á arrancar el velo que oculta todavía su misterioso orígen.

Partiendo de este punto de vista me propuse como tarea una investigacion de los ríos, arroyos, lagunas, etc., de la llanura entre la sierra de Córdoba y el río Paraná. El Río 1° lo he estudiado muy detalladamente y ya he publicado los resultados geológicos en un trabajo titulado (1) « La cuenca del Río 1° en Córdoba», tocando tambien ligeramente la historia del orígen de este río.

---

(1) *Boletín de la Academia Nacional,* tomo XII.

En el presente trabajo deseo complementar esos estudios, tratar con alguna detencion las ideas en parte ya indicadas en aquel y ver si es posible dar un cuadro geográfico total de esta llanura, considerándola bajo el punto de vista de su orígen.

Excusado es decir que tal diseño, que se refiere á una área como de 170.000 kilómetros cuadrados no puede ser perfecto. Podrá reconvenírseme de haber caído en la falta arriba condenada: una generalizacion no bastante fundada y de que las teorías expuestas sean en parte de carácter muy especulativo; pero no obstante, creo que tal ensayo está justificado.

Echando una mirada sobre la llanura al Este de la sierra de Córdoba, que, caracterizada en parte como pampa, en parte como monte, se inclina con superficie poco ondulosa hácia el Este y Sud-Este desde el pie de la sierra, donde alcanza una altura de más ó menos 450 metros, sobresalen en primer lugar los ríos, determinando el relieve y dando variedad y vida á la monotonía de la llanura.

Los ríos 1° y 2°, tomando en general un curso con direccion hacia el Este-Nord-Este, se pierden en la gran depresion de la Mar Chiquita (82 metros), mientras que el Río 3° y el Río 4° (la ciudad de Río Cuarto 415 metros, la colonia Carlota, 146 metros) que al principio son casi paralelos á aquellos, doblan más hácia el Sud-Este y van á echar sus aguas, unidas bajo el nombre de Carcarañá, en el río Paraná cerca del puerto de Maciel (37 metros).

Los valles de estos ríos se encuentran dentro de insignificantes depresiones, separadas entre sí por una parte más alta de pendientes muy suaves, en las que las aguas han erodido en la formacion pampeana, segun numerosas curvas, un álveo muy profundo en relacion con su ancho, casi como un canal.

El principio de estas corrientes de agua cae en el tiempo de la época pampeana más vieja, como lo demuestra la geología; las depresiones son, por consiguiente, de edad prepampeana. Con esto no quiero decir, que el curso actual de los ríos en su longitud total siga exactamente estas depresiones viejas, cosa que sólo existe en la orilla de la sierra, donde ellas fueron más acentuadas, mientras se disminuyeron probablemente más hácia el Este.

Aunque no hay duda que el orígen de estas depresiones, como el de las lomas suaves con direccion Oeste á Este, está en íntima relacion con la formacion de la sierra de Córdoba, es muy difícil reducirlas á ciertos acontecimientos geológicos fijos, debiendo contentarnos por ahora con suposiciones.

La parte más alta de la sierra de Córdoba, el macizo granítico del Champaquí con sus vertientes hácia el Este, constituye la separacion de las aguas de los manantiales que forman los ríos 2° y 3°, coincidiendo su continuacion oriental exactamente con el medio que separa dichos ríos. Puede, pues, suponerse la existencia de un levantamiento subterraneo de las formaciones más viejas que la pampeana, por ejemplo del gneis, arenisca, etc., hácia el Este, en la zona entre los ríos 2° y 3°, el cual habría dividido la llanura en tiempo prepampeano en dos partes, una setentrional con los ríos 1° y 2° y la depresion de la Mar Chiquita, y la otra austral con los ríos 3° y 4°. Tal vez habrá existido una comunicacion entre las aguas de las dos partes, es decir, entre los ríos 2° y 3°, pero se interrumpió probablemente antes que la existente entre los ríos 1° y 2°.

Semejantes ondas del suelo prepampeano, con direccion Este á Oeste pueden hallarse tanto entre los ríos 1° y 2°, como entre los ríos 3° y 4°. Las comprendidas entre los ríos 1° y 2° pueden considerarse como una consecuencia del levantamiento de la Pampa de Achala (granito); sin embargo tambien dioritas, que en la falda de la sierra se encuentran juntas con el gneis y el granito, pueden haber influido en su formacion, como probablemente ha sucedido en los levantamientos de la Sierra Chica al Norte del Río 1°.

Podemos, pues, decir que existieron ondulaciones irregulares (depresiones) del suelo, dirigidas de Oeste á Este, de las que quizás la que había entre los ríos 2° y 3° alcanzando mayor altura se extendió más hácia el Este.

Sea que las depresiones encuentren una explicacion más precisa y mejor fundada, bástenos aquí el haber constatado, basándonos en investigaciones geológicas, su existencia prepampeana.

Voy á completar el relieve del suelo prepampeano, pues en él hay que buscar una de las causas de los fenómenos geológicos pampeanos y post-pampeanos.

Como primer hecho podemos notar aquí, que las areniscas que hay en el valle del Río 1° á la falda de la sierra, despues de desaparecer al Este, á causa de su inclinacion, bajo la formacion pampeana, reaparecen otra vez en la pendiente del Río 1° más abajo de Córdoba.

El suelo prepampeano presenta pues ondulaciones—si es permitida la expresion—de mayor ó menor extension, paralelas quizás á la sierra de Córdoba, siendo más que probable, que se repiten hácia el Este.

De tal modo, que el suelo prepampeano no es tan uniforme como pudiera juzgársele al observar la superficie de la llanura actual y si bien no es posible formarse una idea precisa de su configuracion, parece lo más probable, que la llanura prepampeana era algo ondulosa, sobresaliendo en ella algunas lomas de direccion Este á Oeste y Norte á Sud.

En las depresiones de extension y nivel diferentes podían estancarse, á lo menos en algunas, aguas pluviales, para las cuales no había salida. En ese tiempo la llanura argentina ha estado quizás cerrada al Este por una gran barra, que hoy no existe más.

Hemos supuesto que la llanura prepampeana alcanzó su mayor altura entre el Río 2° y Río 3°. Hácia el Norte se inclinó bajándose al mismo tiempo la parte setentrional de la sierra de Córdoba, hasta una gran depresion, ocupada hoy por la Mar Chiquita.

La posicion de ésta fué determinada por otra circunstancia más.

Al Este de la Mar Chiquita y muy próxima á ella se levanta el «Borde de los Altos», loma de pendiente occidental muy escarpada, que se extiende al Norte hácia el río Salado, sirviendo como límite al Este á la laguna de los Porongos. Este levantamiento relativamente pequeño, pero bastante caracterizado, puede considerarse como consecuencia de una onda prepampeana y así estaría suficientemente explicada la situacion de la Mar Chiquita entre ondas prepampeanas de direccion Norte á Sud y Este á Oeste (entre los ríos 2° y 3°). La depresion no era completamente cerrada, pues comunicaba con las regiones bajas del Sud-Este.

En cuanto á las formaciones que componen el suelo prepampeano, no las conocemos bien aún por falta de datos suficientes. Existen pocas perforaciones en nuestra region y de ellas ninguna ha llegado hasta el yaciente de la formacion pampeana. En la falda de la sierra, como en los ríos 1° y 3° y en parte al Norte, los estratos pampeanos están depositados sobre areniscas, cuya edad no está determinada aún, las que pasan abajo en conglomerados compuestos de fragmentos gruesos y pequeños, redondeados y angulosos de las rocas viejas de la sierra (gneis, granito, diorita, caliza arcaica, etc.) En el Río 1°, en medio de la llanura, hemos visto tambien areniscas bajo la formacion pampeana, resultando así seguro que ellas han formado á lo menos parte de la llanura prepampeana. Puede ser que otras formaciones, viejas y nuevas (formacion cretácea y terciaria) hayan participado en su composicion, pero ellas no han sido descubiertas aún en la sierra de Córdoba. La falta de formaciones sedimentarias en la sierra de Córdoba, prescindiendo de las areniscas y conglomerados de su falda — no quiere decir que no hayan existido en esta region, al contrario, hay probabilidad de que se depositaron, pero fueron destruidas por el agua, á lo menos, sabemos que las areniscas y conglomerados han tenido antes una gran propagacion.

Hemos llegado con esto á darnos una idea aproximativa de la superficie y composicion del suelo prepampeano.

Para poder derivar el relieve de la llanura actual, del modo de depositarse de los estratos pampeanos, trataremos antes de investigar la relacion que tiene con la sierra de Córdoba la llanura prepampeana.

Conocido es, que los estratos pampeanos se extienden no solamente hasta la Sierra, sinó tambien se hallan en considerable espesor, componiéndose de arcilla y de arena, dentro de ella (por ejemplo en el valle de la Punilla, en el curso superior del Rio 1°) y aun mismo en las altas planicies (Pampa de San Luis, 1600 m., Pampa de Pocho, 1000 m.).

En cuanto al espesor total de la formacion pampeana, lo he constatado de 50 á 60 m. en pozos cerca de Córdoba, sin que éstos hubiesen alcanzado el yaciente de los estratos. En la falda de la Sierra, al Norte de Córdoba, en la colonia Juarez Celman, un pozo perforó 80 m. de estratos. Sin embargo, estos datos representan sin duda un máximum de espesor dentro de depresiones. En las regiones al Este faltan observaciones. En general el espesor será muy variable, correspondiendo á la irregularidad del suelo prepampeano. De ninguna manera podemos suponer, que se aumenta hácia el Este, siendo posible encontrar allí en poca profundidad las formaciones más viejas.

Imaginándose, que no existiesen las estratos pampeanos, se obtendría la relación de altura entre la sierra de Córdoba y el suelo de la llanura prepampeana.

Si no han tenido lugar muy considerables saltos á la orilla de la Sierra, entónces ésta no sobresaldría, como una muralla, sinó pasaría suavemente en la llanura. Ahora bien, surge la pregunta: ¿sería posible la formación de los estratos pampeanos, hoy y en adelante, bajo aquellas circunstancias del relieve, suponiendo dados todos los agentes antes existentes? Pienso que debemos negarlo, pues la formacion pampeana se ha depositado en su mayor parte bajo la influencia de aguas tranquilas, las que serían imposibles en ciertas regiones, dado el relieve indicado, como, por ejemplo, en el interior de la Sierra (valles) ó en la zona de transicion entre ésta y la llanura. En estas partes el declive sería tan considerable, que podrían depositarse arena y rodados, mas nunca arcilla (fluviátil!) en tan gran extension y de mucho espesor.

Tampoco se explica, bajo este punto de vista, que la formación pampeana haya tenido antes una extensión mucho mayor que hoy en la Sierra, como veremos en adelante.

Tambien es incomprensible, cómo, habiendo tenido el agua una gran velocidad, las depresiones en la llanura misma hayan podido llenarse *completamente* de arcilla. El depósito de tales capas fluviátiles pudo sólo tener lugar en las pendientes suaves y durante inundaciones sobre planos débilmente inclinados, mientras que en otras partes de las depresiones, donde corrían las aguas con gran velocidad, se hubiesen depositado arenas y [rodados. Pero tal carácter de los depósitos, común á todos los pisos de abajo arriba, no se puede constatar, aún tomando en consideracion un cambio de los cursos de las aguas. En los pisos inferiores parecen faltar grandes depósitos de arena y de rodados, que indicarían corrientes principales, pero bien los hay en niveles superiores.

Al principio de la época pampeana, las aguas que venían de la Sierra, eran muy distribuidas, lo que me parece tambien en contra de la suposicion de la existencia de una Sierra alta, cuya altura hubiese debido ultrapasar considerablemente la de la Sierra actual.

Si se considera el yacimiento de las areniscas en ciertas regiones, no puede formarse una idea de la formacion de los estratos pampeanos, que son fluviátiles, sin suponer que al principio de la época pampeana deben haber sido menos inclinadas las areniscas y que más tarde experimentaron un cambio en su posicion, sea por dislocacion rápida, sea por levantamiento contínuo.

La única solucion que queda, á mi parecer, es que al empezar el depósito de la formacion pampeana habra existido entre la Sierra y la llanura sólo una pequeña diferencia de altura. En esa época la sierra de Córdoba se elevaba tal vez como una insignificante loma sobre esta faja de tierra, cuya forma puede decirse era la de una especie de una altiplanicie con depresiones y á medida que transcurrió el tiempo, se fué acentuando cada vez más el contraste actual.

No nos corresponde en este lugar el averiguar, si este hecho debemos considerarlo como causado por una elevacion de la sierra de Córdoba, ó por una baja de la parte oriental ó por los dos fenómenos simultáneos, pues para nosotros es de importancia por ahora, no el movimiento en sí sinó su efecto, el que se manifestó por una alteracion del nivel entre la parte que ocupa hoy la Sierra y la que forma la llanura, de tal modo que sus diferencias de altura se harían cada vez más grandes.

Sin suponer tales procedimientos tectónicos, me parece, queda la formacion de los estratos pampeanos sinexplicacion, pero ellos no pueden ser extraños, pues han sido tambien constatados en Europa, donde levantamientos y hundimientos han tenido lugar durante la época glacial ó poco despues de ella, en un tiempo en que se formaron en nuestra region los estratos pampeanos.

Si presumo en este exámen ocasionadas estas oscilaciones por una elevacion de la sierra de Córdoba, debo decir tambien que esta suba sin duda no se ha realizado sinó dando orígen á la formacion de enormes hendiduras en las laderas del Este y Oeste y tambien dentro de ella, y que una baja de las partes orientales, occidentales é interiores seguramente ha tenido lugar.

Así se explicaría que las areniscas no se encuentran en una faja contínua en la orilla de la Sierra, sinó son interrumpidas. Dislocaciones más claras en el terreno pampeano he observado en la falda oriental de los Andes, al Norte del rio Limay en el valle del rio Catanlil, afluente del Aluminé, donde hay capas pampeanas (arcilla y arena) bien estratificadas, casi en posicion vertical formando el suelo del valle. Del mismo modo que dentro y en la cercanía de la Sierra, tambien en las regiones más al Este pueden haber tenido lugar hendiduras causando quizás bajas en forma de escalones. Los Bordes de los Altos, al Este de la Mar Chiquita, representan tal vez uno de estos escalones.

La sierra de Córdoba se compone, en su parte setentrional más ancha, de tres escalones sucesivos del Este al Oeste con pendientes rápidas al poniente. Sin simetría en su estructura, la Sierra cae rápidamente del lado occidental; aquí sin duda se nos presenta una ruptura principal y como con tales rupturas suele haber volcanes, tambien aquí y en el lado del Este se han producido erupciones de andesita ó traquita (Sierra de Serrezuela, Sierra de los Cóndores, etc.). Las erupciones de estas piedras han tenido lugar, segun parece, en el período de la formacion de las areniscas y poco despues de él.

La formacion pampeana ha empezado á existir ya en una época en que la diferencia de altura entre la Sierra y la llanura era muy insignificante.

¿Cómo se ha formado, de dónde viene el material depositado, cómo podemos explicar la acumulación y siguiente erosion?

En lo que sigue, no trataré de resolver de ningun modo la tan difícil cuestión del « Loes pampeano », como llaman algunos á los depósitos arcillosos. Llegaremos á ese punto recien cuando tengamos un conocimiento exacto, no sólo de las capas pampeanas en las diferentes regiones, sinó de sus relaciones con las demás formaciones más antiguas y de toda clase de evoluciones tectónicas, etc. Pero aún estamos muy distantes de poseer todos esos elementos.

Por induccion podríamos considerar la formacion pampeana como análoga del «Loes» de Europa, como el producto de un período *glacial*. Sin embargo esta parece ser una hipótesis sin fundamento, pues no se ha observado con seguridad ninguna huella de glaciares ni en las montañas centrales ni en la falda oriental de los Andes. Puede contestarse, y con razon, que esto no quiere decir nada, pues estas regiones no han sido aún suficientemente exploradas y á más, que la falta de rastros de glaciares puede explicarse bien por una gran erosion que los hubiera destruido. Hay que mencionar que el Dr. Moreno como el Dr. Hauthal creen haber descubierto cerca de Mendoza depósitos de morenas y yo tambien encontré al pié del Cerro del Plata, al Sur de Mendoza, depósitos (arcilla fina con grandes rodados) que son muy probablemente productos de glaciares. Pero, aun concediendo una época glacial en tiempos atrás, el carácter de los estratos pampeanos parece oponerse á tal suposición, pues ellos son, como dicen muchos, de orígen fluvial ó lacustre.

Tampoco este argumento me parece de gran valor, pues hay estratos, especialmente en la parte inferior de la formacion, que no es posible sean considerados *como fluviales-lacustres*, y si bien es cierto que la mayor parte de los estratos se han depositado bajo la influencia del agua, ello no constituye una prueba de que el material, á lo menos en parte, no sea un producto glacial que se encuentre en depósito secundario. Es muy probable que antes de la época pampeana y aun á principio y durante ella, parte de la República Argentina, en especial al Sud (1) y Oeste (2) estaban cubiertas de glaciares, cuyo producto, el loes, ha llevado el viento á otras partes, donde se depositó. Así tambien nuestra region de carácter de una estepa, junto con la sierra de Córdoba, que sobresalía como insignificante loma, se cubría de loes. Tal orígen de las capas parece estar demostrado por la circunstancia de que los estratos inferiores tienen en general más el carácter de loes que de arcilla y que el loes ha cubierto probablemente antes en gran extension la sierra de Córdoba. En las depresiones el loes se transformaba en loes arcilloso ó en arcilla bajo la influencia de la vegetacion y del agua; pero tambien podía formarse arcilla directamente por la descomposicion mecánico-química del subsuelo. Tales capas del carácter de laterita, originadas, como parece, de una descomposicion de areniscas, he observado en el Río 1° cerca de la Sierra: son margosas, porosas, contienen tierra azul (vivianita) y forman la transicion en la verdadera formacion arcillosa. Excusado es decir, que en las depresiones, en donde el agua corría desde el principio, parte de la arcilla debe su orígen tambien al agua, que llevaba los productos de la descomposicion de piedras de regiones más elevadas hácia la depresion donde los depositaba, como lo indican las capas de rodados interpuestas entre la arcilla en la parte inferior de la formacion.

---

(1) Vease G. Steinmann, *Ueber Pleistocän und Pliocän in der Umgegend von Freiburg i Br.*

(2) El Dr. Hauthal ha constatado en sus últimas investigaciones he-

Sin embargo, para poder juzgar bien los procedimientos que se desarrollaban al principio de la época, faltan observaciones hechas en partes no pertenecientes á las depresiones, como es natural, pues los estratos son accesibles generalmente en las regiones de los ríos y arroyos.

Sobre las relaciones climatológicas de aquellos tiempos no sabemos nada. Sin embargo indudablemente ellas han desempeñado un rol muy importante en la formacion de los

---

chas en este año la existencia de glaciares al Sur de Mendoza entre rio Diamante y rio Atuel: descubrimiento muy importante é interesante, que va á confirmar más mi teoría.

depósitos pampeanos. Ya el hecho de que Patagonia estaba cubierta en aquel tiempo y más atrás de glaciares, basta para hacernos una idea de la gran influencia de éstos, en cuanto se refiere al clima y en consecuencia á la vegetacion, descomposicion de piedras, etc.

Al principio y durante el período de acumulacion de terreno, sobrevino un otro factor: el levantamiento de la Sierra de Córdoba ó el hundimiento de la parte oriental, hoy ocupada por la llanura. Con el loes, llevado por los vientos y el agua se mezclaban los productos de la descomposicion de las rocas de la sierra, los que probablemente predominaban al fin.

Con el aumento de diferencia de altura entre la sierra y la llanura, los caudales de agua que con el tiempo se desarrollaban debían conducir hácia las depresiones de la llanura arcilla, arena y rodados, y en tanta mayor cantidad de estos dos últimos, cuanto que la fuerza transportadora de las aguas crecía por la caida, de donde viene el aumento de rodados y arena en las capas superiores de la formacion pampeana.

Con mucha seguridad podemos considerar una parte del material depositado como producido por la descomposicion y destruccion de las areniscas y de conglomerados, que entónces abundaban en todas partes de la sierra de Córdoba, provenientes de gneis y granito de la misma sierra. Las dislocaciones que despues han sufrido las areníscas, debían favorecer en alto grado su destruccion y á estos fenómenos tenemos que atribuir la circunstancia de que aquellas capas hoy día aparecen sólo aisladas en las faldas de la sierra. Que las partes finas de los conglomerados han sido llevadas á la llanura por las aguas, lo prueban los escombros que algunas veces en una altura notable están basados sobre el gneis y que resultan indiscutiblemente de los conglomerados (no morenas !).

Tambien la llanura prepampeana ha influido en la formacion de las capas pampeanas con la masa descompuesta de areniscas y otros terrenos.

Arrastradas las areniscas y tal vez otras formaciones anteriores (?) entró la descomposicion y erosion en la montaña fundamental.

Las capas arcillosas y arenosas depositadas en la sierra y sus cercanías han sido de nuevo derribadas y llevadas á la llanura, hecho que está comprobado por la existencia de pedacitos rodeados de tosca que se hallan en la formacion pampeana en las proximidades de la sierra. Continuando á ser arrastradas las capas del Oeste al Este, bien puede ser que ellas se hayan formado varias veces, habiendo sido derribadas otras tantas y así sucesivamente.

Si el viento ha desempeñado un rol importante en la ablacion de la sierra, es difícil decir. Sin duda este caso tenía lugar en la falda de los Andes, donde cada dia podemos asegurarnos de la accion transportadora del viento del Oeste, que sopla casi siempre durante el dia.

Que la formacion pampeana en la sierra de Córdoba ha tenido mayor extension, puede suponerse con gran probabilidad, como nos lo hace saber Stelzner cuando menciona las costras de cal que cubren en algunos puntos las rocas fundamentales de la sierra. De este hecho deduce Stelzner, que la cal sea un producto del loes lavado, el que había desaparecido por la fuerza del agua y del viento. Esto ha tenido lugar indudablemente. Pero no siempre donde se hallan costras de cal (¹) había sido arrastrado el loes, pues segun mis observaciones, estas capas de cal se encuentran tambien sobre el loes. Pero entónces puede ser muy bien,

---

(¹) Es caliza compacta ó se compone de capitas planas ú ondulosas de caliza margosa arenosa, de color gris-blanco ó amarillento. Contiene muchas veces granulitos de cuarzo y fragmentos de otras rocas. A veces se encuentra en las capas de respaldo en forma de vetas. Pertenece á la clase de las toscas.

que estas formaciones nuevas de cal están depositadas directamente sobre los terrenos fundamentales (gneis, granito, etc.).

Como producto de levigacion pueden sólo ser consideradas las concreciones calizas dentro de la arcilla de forma tuberosa (tosca) y parecidas al «Loes Kindeln», mientras que á lo menos una parte de las costras de cal, que cubren la montaña fundamental ó se hallan en el yaciente de la formacion pampeana, se han formado *in situ*. Así, para no citar más que un ejemplo, las cales que pertenecen á las capas pampeanas más bajas, accesibles en el Río 1°, se caracterizan por su semejanza á la travertina, incrustando tambien pequeñas plantitas. Es evidente que esas cales únicamente han podido tener origen *in situ*.

En la region del Río 1° es muy rico de concreciones tuberosas de caliza el piso inferior depositado sobre las areniscas, porque las aguas, que en el piso superior habían disuelto la caliza, impedidas por las areniscas de pasar más abajo, tenían que dejar el carbonato de calcio que, con la arcilla, se convertía en tosca. Parece, por estas razones, que, en general, las capas inferiores contienen más tosca que las superiores.

La caliza que contienen los depósitos pampeanos en forma de tosca, etc., proviene una vez del loes, llevado por los vientos, además en nuestra region, de las cales cristalinas que pertenecen al gneis de la sierra, que fueron disueltas por las aguas volviendo á depositarse luego en forma de tosca, etc.

En contraposicion á la muy aceptada opinion de que la arcilla pampeana no tiene ni la más mínima señal de estratificacion, me consta por experiencia, que en todos los depósitos que he estudiado en las regiones de los ríos, se halla indicios de estratificacion, aunque á veces no muy evidentes. Donde ella no se presenta, tenemos probablemente á la vista un producto subaéreo con el carácter de loes, el que se ha depositado sin intervencion de las aguas; pero tambien puede ser que la estratificacion no haya llegado á la perfeccion á causa de la influencia de la vegetacion durante el depósito de los sedimentos ó que ha vuelto á destruirse.

Muy poca estratificacion, correspondiente al desarrollo, existe en el piso inferior de la region del Río 1°, que es muy rico de tosca y relativamente pobre de arena y rodados, pero la estratificacion se aumenta hácia arriba á medida del aumento de arena y la disminucion proporcional de la tosca, manifestando al fin su verdadero carácter genuino en largas extensiones.

Esto consta por lo menos para los distritos de los ríos en que las capas merecen con razon el nombre de arcillas (¹) (ó loes arcilloso) por sus caracteres físicos y químicos.

Si bien fuera de los terrenos fluviales y lacustres se notan, como se ha observado, cavando pozos, muy á menudo arena interpuesta en las capas arcillosas, que indican corrientes de agua (inundaciones!) de un sistema lagunoso, parece sin embargo que ellas son arcillas inestratificadas de carácter de loes, que llevado por los vientos, de otras regiones en que se formaba por accion de los glaciares, se depositó entre las lomas y llanuras altas, que separaban las depresiones.

La mayor parte de la arcilla pampeana es porosa, lo que proviene indudablemente muchas veces de plantas destruidas.

Las capas de arcilla ó loes arcilloso del piso superior interpuestas entre arena y rodados son en general más porosas que las capas inferiores.

De minerales, que se encuentran en los depósitos pampea-

(¹) La investigacion microscópica y química al objeto de distinguir arcilla, loes arcilloso y loes, todavía no está concluida. Sin embargo tal distincion bien caracterizada parece ser imposible.

nos, hay que notar en primer lugar la tierra azul (Vivianita), ya arriba mencionada, y yeso, en cristales grandes y chicos.

La parte superior y muy localizada de la formacion pampeana, «lacustre», como llaman este piso, consiste en un polvo muy fino, arenoso, sin ó con muy poca estratificacion. Pero hasta en este piso existen algunas capas de rodados y de arena y en todas partes se puede observar, cómo pasa ella sucesivamente á las arenas, rodados y arcilla que están más abajo.

Segun la naturaleza de nuestra formacion se deduce, que el viento debe haber influido tambien al final del período pampeano cuando las partes finas de arena y de arcilla, depositadas en el agua, encontrándose secas, eran arrebatadas por los vientos que las llevaban á depositarlas en la llanura. De este modo las capas pulverulentas arriba mencionadas, notables por la casi completa falta de estratificacion y muy parecidas al polvo fino de los Médanos, deben indudablemente su orígen á los vientos.

Muy á menudo podemos ver la considerable cantidad de polvo que traen á nuestras regiones y llevan de ellas los vientos frecuentes del Sud con una fuerza de huracán. Cuando uno de esos torbellinos que oscurecen el sol ha pasado, todo lo que hay en nuestras habitaciones se encuentra cubierto con una capa de polvo que penetra hasta en los cajones bien cerrados. ¿Por qué no sería posible que este viento hubiese arrancado el loes de los ventisqueros pasados del Sud y del Oeste transportándolo al Norte y al Este?

No es este el lugar para entrar en más detalles sobre la constitucion de la formacion pampeana. Por lo que toca al Río 1° he dado ya los detalles al respecto, al hacer su estudio, y creo que la division allí practicada debe regir tambien en general en el terreno pampeano de las demás regiones de los ríos de nuestra zona.

Como la llanura se inclina poco á poco hácia el Sud y Este y disminuyendo el ancho y la altura de la sierra hácia el Sud, al mismo tiempo que los valles se aplanan, se hacen cada vez más raros los puntos en que se puede conocer el yacimiento y con ello la paralelizacion de las capas se hace en extremo difícil hasta llegar á ser imposible.

Las capas viejas desaparecen hácia el Este bajo los depósitos más recientes, preponderando en ellas las capas vegetales, sin faltar aún las de arena, llamadas *guadal*. Las capas vegetales de espesor en parte considerable (en el Río 4°, 5 m.), á las que aquellos distritos deben su terreno cultivable, creo son formaciones equivalentes á las ya mencionadas capas pulverulentas (formacion pampeana lacustre).

Las capas, siguiendo la superficie del subsuelo, forman por lo general ondulaciones irregulares, de donde resultan apariencias de que trataré más abajo; pero como en consecuencia natural del depósito de la mayor parte de los estratos en un sistema lagunoso, ofrecen muchas particularidades é irregularidades especiales.

Cambios rápidos de arena, de arcilla en direccion horizontal son muy comunes.

El gran espesor á que la formacion llega en muchos puntos se explica por la suba de la sierra; sin esta suposicion es difícil imaginarse cómo los otros agentes, vegetacion, viento y las aguas siempre bajas y lagunosas hayan ejercitado por inmensos espacios de tiempo tal fuerza acumuladora.

Este hecho no puede de ningun modo concordar con una suba de la llanura, que segun la opinion de muchos, se ha efectuado desde el principio de la formacion pampeana.

Puede ser que esta se haya realizado hácia el fin ó al concluirse la formacion, fenómeno que puede considerarse como aprobado á lo menos para algunas partes de la llanura argentina.

Sosteniendo, pues, nuestra opinion sobre la elevacion de la sierra de Córdoba, tratamos de averiguar ahora si de ella no sería posible deducir el desarrollo del relieve de la llanura.

Con la elevacion de la sierra y á causa del aumento de caida, que de ella resultaba, aumentó tambien la fuerza transportadora, como lo demuestran los crecidos rodados y las arenas en las capas superiores pampeanas á las orillas de la sierra y especialmente el transporte de ellos al Este, que se verificó cada vez más hasta el fin del período pampeano.

La direccion general de las corrientes estaba dada ya desde los primeros tiempos de la época pampeana.

Formando sistemas lagunosos, como se puede observar en el territorio del Río de la Plata, las aguas con frecuencia pantanosas, corrían muy despacio en las poco pronunciadas depresiones, indicadas al principio. Desde entónces habrán sucedido probablemente grandes y repentinas inundaciones con mucha irregularidad. En los tiempos más antiguos las aguas de las diferentes depresiones fluviales, á lo menos en la parte oriental de la llanura, habrán tenido sin duda comunicacion, la que en la cercanía de la sierra se interrumpió muy temprano.

Las aguas, que bajaban en todas direcciones, de la sierra hácia la llanura, se reunían luego en depósitos colectivos, el orígen de los sistemas fluviales, produciendo así en las depresiones un crecimiento de las aguas.

La erosion limitada hasta entónces sólo á la sierra, superaba al fin la acumulacion en la llanura adelantando tambien hácia el Este, empezándose desde ese momento la formacion de los verdaderos valles.

Al concluirse la formacion pampeana, más ó menos en el tiempo en que se estableció la formacion superior (lacustrina)—denominacion no muy adecuada—las aguas ya se habían concentrado en las depresiones de los ríos, formando una série de lagunas ó lagos comunicados entre sí, como puede probárselo con evidencia en el Río 1° y el 2°, cuyas aguas en aquellos tiempos llegaban aún á la Mar Chiquita. Una vez que había un caudal principal de erosion, el cauce del río debía hacerse cada vez más hondo y á consecuencia de esto todas las aguas que probablemente existían al Norte y Sud de la depresion, debían concentrarse más y más en esta, quedando secas las lagunas y brazos laterales que se llenaban poco á poco por la vegetacion y el polvo llevado por los vientos, hasta el punto de desaparecer por completo.

Este procedimiento, concluido en las partes más altas de la llanura, vecinas á la sierra, sigue aún en actividad en sus regiones orientales.

En el Río 1° y el Río 2° se observa que, á lo menos en el trayecto de algunas leguas desde la sierra, el cauce de la corriente era más al Norte del actual, modificando poco á poco su rumbo hácia el Sud.

Los ríos pampeanos corrían haciendo numerosas curvas que no han dejado de hacerlas en los tiempos post-pampeanos, lo que era una consecuencia natural del depósito de diferentes capas (arena, rodados, arcilla), que oponiendo á la erosion una resistencia desigual hacían desviar las aguas ya á la derecha, ya á la izquierda. De ahí provienen las curvas tan notables que presentan todos los ríos, en especial cerca de la sierra. Si se compara, por ejemplo, la longitud del cauce del Río 1° desde la sierra hasta Villamonte (más abajo de este lugar sólo existen muy pocas curvas de gran radio) con la distancia directa, resulta que para 1 kilómetro de ésta hay 1,3 á 1,4 kilómetros de curvas.

El perfil transversal de los valles en las partes de curvas fuertes presenta siempre la misma fase: de un lado una barranca alta y vertical (cerca de la sierra hasta 30 metros); del otro, un borde que sube casi siempre rápidamente, encierran un cauce estrecho, sumamente bajo y arenoso.

A estos recodos fuertes, en los que los ríos rompen por gargantas muy estrechas (á veces producidas en arcilla compacta sin arena), siguen ensanchamientos y esto se re–

pite varias veces hácia el Este, haciéndose cada vez menor el contraste de ambas márgenes.

El más acentuado ensanchamiento de esta clase se presenta en Córdoba, originado por una gran depresion que en el período pampeano era ocupada por una laguna. El río rompe aquí en la parte oriental del valle en un estrecho, haciendo numerosas curvas (por razon de la arcilla pampeana sin mucha arena), despues se ensancha otra vez y así sigue.

Menos diversidad en la forma de sus valles, ofrecen los ríos 3° y 4° en la parte más baja de la llanura, pues probablemente allí el subsuelo prepampeano no ofrece tantas irregularidades.

Con mucha frecuencia se forman terrados longitudinales en las pendientes de los valles, los que habrán sido originados sea por la diferencia de las capas, que, segun su naturaleza (arena ó arcilla), han sido destruidas más ó menos pronto, sea por la periodicidad con que crecen las fuerzas destructoras del río y esto en primer lugar. Todos los años varía de tal modo el caudal de agua de los ríos, que á las más impetuosas inundaciones suele seguir la más completa falta de agua.

Los ríos llegan á su más extrema baja en Agosto ó Setiembre, subiendo luego hasta Enero; á partir de allí comienzan de nuevo á bajar. Pero no por esto está exenta ninguna estacion del año de que haya rápidas inundaciones, las que suelen ser más regulares al fin de la primavera. En puntos, por donde minutos antes se ha atravesado á pie el río, pasa en seguida con ímpetu una fuerte creciente. La rapidez, con que vienen las aguas, es motivada por la falta de una abundante vegetacion, tanto en la sierra como en la llanura, de tal modo que las aguas que no encuentran resistencia alguna, se precipitan de las pendientes á los ríos formando á veces profundas hondonadas. Cuando estas hondonadas están cortadas, como sucede en Córdoba en las capas pampeanas superiores (el polvo fino!), entónces sus terrados, formados á consecuencia de la erosion de diferentes capas, nos recuerdan, aunque en pequeña escala, los paisajes de loes en China. Pero estas formaciones aparecen muy pocas veces y dispersas.

La fuerza de las caidas de agua es muy grande, por más que generalmente se está dispuesto á creerla insignificante y podemos formarnos una idea de ella cuando los ríos están muy altos. Así para el Río 1°, en los tres primeros kilómetros desde su salida de la sierra, la caida importa 1 ½ metros por cada 100 metros (dentro de las areniscas), decreciendo mucho, luego, en la formacion pampeana hasta más allá de la ciudad de Córdoba, en un trayecto de 33 kilómetros, llegando á ser en término medio 0,35 metros por cada 100 metros. En la última parte de su curso hasta la Mar Chiquita, la caida es como de 0,14 metros por 100 metros (altura de Córdoba, 390 metros; de Mar Chiquita, 82 metros). De modo que la caida media en una extension total de 225 kilómetros más ó menos es, pues, por cada 100 metros de 0,16 metros.

La longitud y caída de los demás ríos no es posible calcularla casi ni aproximadamente con ayuda de los mapas que existen. Suponiendo la longitud del Río 3°, desde El Salto, donde sale de la sierra, hasta su desembocadura en el río Paraná, de 500 kilómetros, su altura en Salto de 450 metros, en Puerto Maciel, donde desagua, en 40 metros, tendríamos una caida media de 0,08 metros por cada 100 metros. La caida de este río para la longitud como la del Río 1° (de Salto hasta Bell-Ville, más ó menos) resulta de 0,13 metros aproximadamente por cada 100 metros, es decir, muy poco menor que la del Río 1°.

Poco diferente de la del Río 3° es la del Río 4°, la que en una longitud de 280 kilómetros aproximadamente (desde la ciudad de Río 4°, altura 435 metros hasta Saladillo, altura 60 metros, se calcula en 0,12 metros.

Solamente las aguas del Río 3° unidas á las del Río 4° bajo el nombre de río Saladillo, logran atravesar la llanura para desembocar en el río Paraná, lo que seguramente sucede á causa de la mayor abundancia de agua de los manantiales, así como tambien por una menor pérdida por infiltraciones, pues corre en la parte más baja de la llanura. Por el contrario, los ríos 1° y 2° se pierden en la llanura bastante lejos de su antigua desembocadura en la Mar Chiquita.

Parece que el caudal de agua de estos ríos ha experimentado una notable disminucion, notándose por ejemplo en el Río 1°, más abajo de Santa Rosa, que mientras en su cauce se encuentra únicamente arena muy fina, en los terraplenes (terrados) hay rodados de tamaño de una nuez, lo que quiere decir que indudablemente la fuerza transportadora de las aguas ha disminuido mucho. No por esto debe admitirse una disminucion absoluta de las aguas de los ríos como consecuencia de modificaciones climatológicas, pues el secarse de los ríos se explica por las grandes filtraciones, pérdida que debía ser cada vez mayor á medida que la corriente se hacía más sinuosa y larga.

Ahora bien, las aguas que penetraban en la tierra debían tropezar con capas impermeables, con ondulaciones, que la detenían en sus depresiones, hasta que llenas éstas salían de nuevo. He ahí el modo cómo se explica la desaparicion y renacimiento de las aguas en los ríos (Río 1° y Río 5°), las que pueden volver á correr, si la inclinacion del suelo es favorable, como sucede, por ejemplo, en el Río 1°.

En este río, á distancia de 7 leguas, aproximadamente, de la Mar Chiquita, despues de haberse dividido en varios brazos, el cauce se pierde casi por completo. Uno de estos brazos, llamado Río Viejo, es la continuacion principal del Río 1° y por él corrían las aguas hasta el año 1886, en que de repente se abrieron un nuevo camino más al Sud, el Rio Nuevo. Estas formaciones están aún sin estabilidad alguna.

El antiguo cauce del Río Viejo está marcado sólo por muy insignificantes depresiones que llevan el nombre de cañaverales, si son cañas los vegetales que las cubren.

Estas depresiones, hace apenas veinte años, dicen, eran mucho más hondas, habiendo sido llenadas probablemente poco á poco por la vegetacion y el polvo llevado por los vientos.

Al otro lado de los cañaverales el antiguo cauce vuelve á distinguirse algo más: aparecen lagunitas, primero aisladas, reuniéndose despues cada vez más hasta llegar á formar, á distancia como de 3 leguas de la Mar Chiquita, un arroyo de 5 metros de ancho y una profundidad de 25 centímetros y más, el que corre entre barrancas verticales que alcanzan una altura de 2 metros. Esta forma la conserva el arroyo hasta su desembocadura en la Mar Chiquita. De un modo análogo otro brazo del Río 1°, que está más al Norte, despues de haber desaparecido casi por completo, da origen á un arroyo que se une al anterior á una distancia como de 2 leguas antes de la Mar Chiquita.

Las ramificaciones del Río 1° no se limitan á las partes inferiores de su curso, pues ya cerca de Santa Rosa se separa un brazo que, tomando el rumbo Nord-Este, pasa por Villa Salada y va á desaguar en la Mar Chiquita cerca de los Montes del Tigre. Su parte superior está por completo seca, cubierta de vegetacion y casi llena, de tal modo que no le hubiera podido distinguir como antiguo cauce á no ser por las capas de arena, que denunciaban su verdadera naturaleza. Cerca de la Mar Chiquita, más allá de Villa Salada, se compone de una serie de lagunitas comunicadas entre sí por pequeños canales. Probablemente en los distritos del cauce superior del Rio 1° habrá existido tambien en el período pampeano algo semejante, pero hoy que no es posible ya distinguir tan claramente, todo induce á suponer una ramificacion lagunosa de las aguas en épocas anteriores.

Segun dicen los vecinos, las aguas de las inundaciones no llegan por la superficie hasta las regiones en que el río se pierde; no obstante, creo que pueden llegar en ocasiones de grandes crecientes, las que, por otra parte, tienen por efecto una notable suba de las aguas subterráneas, y llegar á veces á inundar los alrededores en una gran extension.

Más abajo de los cañaverales arriba mencionados las aguas vuelven á correr, formando junto con las lluvias que por aquí caen, los arroyos ya descritos.

Arroyos parecidos que se pierden otra vez hácia el Este, formando cañadas, se encuentran en medio de la llanura entre los distritos de los ríos principales. Aunque ellos no están formados como los anteriores por la continuacion directa de un sistema de ríos muertos, no obstante deben su orígen, segun mi opinion, á un fenómeno análogo; sólo que en este caso la suba de las aguas subterráneas es debida á ondulaciones principales (Norte á Sud), como las caracterizadas ya para la llanura prepampeana. Naturalmente estos arroyos son de fecha mucho más reciente que los ríos y representan el último escalón en el desarrollo de la erosion que, empezando en la sierra, se continuó luego hácia el Este.

A más de los ríos, arroyos, ciertos cañaverales y cañadas, cuya formacion reconoce evidentemente por causa la calidad del suelo prepampeano, hay una inmensa cantidad de pequeñas depresiones, ondulaciones insignificantes que atraviesan la llanura en todas direcciones.

Estas depresiones ó cañadas, como tambien se las llaman, deben tener su orígen en el período pampeano y ser el resultado de un depósito irregular de las capas, causado por el sistema lagunoso de las aguas y otros agentes, cuyos efectos no están claramente explicados aún.

Estos accidentes del suelo son tan pequeños en la mayor parte de las veces que apenas se puede distinguirlos, desapareciendo cada vez más.

Muchas de estas cañadas parece quedan siempre completamente secas, otras contienen agua despues de grandes lluvias. De este último género se encuentran muchas al Sud del Río 4°.

La grande inundacion de 1888 nos enseñó la importancia enorme que aún hoy día tienen estos fenómenos, que han tenido lugar ya en épocas más remotas de la formacion pampeana. Esta inundacion fué el resultado de las grandes lluvias en los distritos superiores del Río 5° y del arroyo de Santa Catalina, las que hicieron desbordar éste hácia el Sud, inundando una extension de más de 100 leguas cuadradas (?), por lo que casi se estableció una comunicacion entre los ríos 4° y 5°.

Los grandes desbordamientos de los ríos 3° y 4° al fin del año 1891, nos dan tambien una idea de los fenómenos semejantes que han tenido lugar en el período pampeano, por más que entónces las aguas no debían dividirse tanto, ni correr con la rapidez con que lo hacen hoy.

En la construccion de ferrocarriles deben tenerse muy en cuenta las mencionadas cañadas para tratar de evitar que suceda lo que sucedió á la línea del Pacífico, que al Este de la estacion Washington, fué inundada por las aguas en una extension de muchas leguas, quedando sus terraplenes destruidos en varias partes, lo que trajo como consecuencia una interrupcion del Pacífico durante algunos meses. A más, como estas regiones carecen de un desaguadero fácil y su suelo se hace tanto más impermeable cuanto más tiempo está inundado, su desecamiento se hace, si no imposible, por lo menos bastante difícil. Sería tal vez acertada la idea de verificar una canalizacion, atendiendo las indicaciones de la naturaleza en provecho del porvenir de estos fértiles parajes.

Van en seguida algunos datos sobre la profundidad del agua subterránea, que me constan por haber medido la hondura de los pozos:

1° *Córdoba*, pozo al Norte de la ciudad en la chacra del señor Moyano: 45 metros.

2° *Las Tapias*, cerca de Santa Rosa, Rio 1°: 14,7 metros.

3° *Los Molles*, abajo de Taguruces, Rio 1°: 11,7 metros.

4° *Oliva*, estacion del F. C. de Córdoba á Villa-María: 7 metros.

5° *Villa-María*, en el pueblo: 4 metros.

6° *Rio IV*, en el pueblo: 8 metros.

7° *Reduccion*, Rio IV: 8 metros.

8° Entre *Villa-María* (Rio III) y *Carlota* (Rio IV): 3 metros.

9° *Carlota* (Rio IV): 4 metros.

Por estos datos se ve, que el agua subterránea se baja hácia el Sud y Sud-Este, aunque esto no sucede de un modo regular, pues se nota, por ejemplo, que hay pozos que á pesar de distar uno de otro muy poco varían sus profundidades de algunos metros. En la generalidad de los casos debe buscarse la causa de este fenómeno en la naturaleza ondulada y variable permeabilidad del suelo.

Llama mucho la atencion tambien, la circunstancia de encontrarse pozos vecinos de agua dulce unos y salada otros, sobre esto volveré más luego.

Todos estos datos anteriores sobre el agua subterránea hay que tomarlos en consideracion en la ejecucion de pozos artesianos. Segun mi opinion, hay poca ó ninguna esperanza de encontrar éstas, perforando las capas hasta la primera que lleva agua, pero hay más probabilidad en mayores profundidades. Pues podemos concluir, de la naturaleza de los depósitos, que hay más capas con aguas (saladas ó dulces) separadas entre si por capas impermeables. Creo que las inferiores cumplen mejor las condiciones necesarias para los pozos artesianos.

Excusado es decir, que la solucion de este problema sería de transcendental importancia para el país.

A causa de la inclinacion del suelo, el agua abunda cada vez más hácia el Sud-Este y esa abundancia se manifiesta por la existencia de gran número de lagunas, especialmente en los distritos bajos de los rios IV y V.

En la depresion al Este de nuestra region se extiende otra zona lagunosa principal: la de la Mar Chiquita.

Por diferentes que sean las lagunas en su aspecto y condiciones físicas, todas ellas considerándolas del punto de vista de su orígen, pueden ser reducidas á una sola clase, pues todas están formadas por aguas corrientes en la superficie ó estancadas, depositadas en *depresiones* de la formacion pampeana.

Vamos á decir primero algo sobre la *Mar Chiquita*, tan poco ó nada conocida hasta ahora.

En el año 1887, siguiendo con el doctor F. Kurtz el curso inferior del Río 1°, llegamos hasta la orilla occidental de esta imponente laguna, logrando contemplarla casi en su totalidad desde las «Lomas Altas» (médanos).

Recientemente, por cuenta y órden de una compañía inglesa que proyecta establecer baños y refinería de sal en la costa Sud, un ingeniero aleman, von Grumbkow, ha hecho el relevamiento de toda ella, recorriéndola por completo. Este caballero me ha proporcionado algunos datos.

De la gran depresion, en que está situada la Mar Chiquita, he hablado ya más arriba. La laguna, segun von Grumbkow, tiene un eje longitudinal de Este á Oeste de 81 kilómetros y uno transversal de 50 kilómetros. Sus costas orientales, segun él mismo, son las más marcadas, elevándose hasta 60 metros; pero creo que esta altura no se refiere á la orilla misma, baja y fangosa, sinó al Borde de los Altos que queda algo distante de ella.

Tambien la costa Sud, formada de arcilla firme pampeana, llamada tosca, con una altura de 1 á 2 metros es bien clara, excepto en la parte en que desemboca el Río 2°; mientras que las costas Oeste y Norte, bajas y cubiertas de fango y arena, no presentan contornos definidos.

Al Norte de la desembocadura de los arroyos ya mencionados siguen la costa en una extension como de 2 leguas las «Lomas Altas», dique natural de 20 metros de altura, compuesto de arena muy fina sin estratificacion que representa á no dudarlo un médano.

Desde la parte más alta de esta loma se ve en direccion á la Mar Chiquita una faja ancha, blanca, cubierta de sal, á la que se une al Este una region amarillo-obscura (region fangosa-arenosa), que desaparece bajo las aguas sucias amarillas de la laguna. La costa Sud y tambien parte de la del Oeste y Norte aparecen, hasta donde alcanza la vista, cubiertas de densos bosques de algarrobo y quebracho, en especial el primero. Más allá, «El Médano», que es una isla igualmente con bosque, cercana á la orilla Oeste, los perfiles de la costa van desapareciendo cada vez más hácia el Este y no se podría ver la costa Occidental, si no estuviese indicada por el Borde de los Altos.

Segun mis propias observaciones, en el Oeste, es imposible, á lo menos en la region del delta del Río 1°, llegar hasta las aguas mismas de la Mar Chiquita por la gran cantidad de fango flojo que rodea la mar por ese lado. Cuesta ya demasiado trabajo penetrar en la region pantanosa, cubierta de vegetacion.

Otro tanto, dice von Grumbkow, sucede en la desembocadura del Río 2°.

Alrededor de la parte Nor-Oeste de la Mar Chiquita se extiende un desierto salino que va perdiéndose poco á poco en la pampa (sin árboles). En ese distrito, en una distancia como de 6 leguas de la costa Norte, he encontrado agua muy salada á la profundidad de 1 metro.

Además de la isla ya mencionada, «El Médano», existen segun von Grumbkow numerosas islas más pequeñas, cuyas costas están á 1 y 2 metros sobre el nivel del agua, existiendo dos con una altura de 7 á 8 metros.

Sorprende verdaderamente de que sea tal la diferencia en elevacion.

El suelo de la Mar Chiquita está compuesto de arena dura y tosca como dice von Grumbkow.

La profundidad del agua, segun von Grumbkow, es de 4 á 4,5 metros á una distancia de 1 kilómetro aproximadamente de la costa Sud.

Sobre la hondura del agua me escribe von Grumbkow: «Profundidad del agua muy variable sin causa visible. El agua sube y baja con todos los vientos en períodos irregulares y á menudo baja mucho despues de un fuerte aguacero, como sucedió, por ejemplo, el 16 de Abril de 1890, en que despues de una gran tormenta el agua bajó rápidamente para subir dos horas despues 48 centímetros, en poco tiempo. Durante la baja, el viento cambió de Nordoeste á Sud. Todos los dias durante dos meses tenía lugar una baja y suba variable del agua entre los límites de 6 á 24 centímetros.»

Estos datos hay que tomarlos no sin reserva, pues en tal clase de observaciones es muy fácil engañarse.

En la costa occidental de la laguna en la embocadura vieja del Río 1° he observado una zona ancha de suelo desnudo, compuesto de arcilla dura con lagunitas chicas y árboles y arbustos muertos en parte doblados.

Su aspecto permite suponer una gran inundacion, pero local, pues von Grumbkow no ha podido encontrar señales de ella en la costa austral, por lo que pudiera ver su causa en un huracán del Este á Sudeste.

La ley de sal del agua es muy grande, pues alcanza á un 6 %, la que se explota en algunas salinas.

Por lo que toca á las numerosas lagunas chicas, es imposible dar una clasificacion; no obstante, para facilitar su estudio voy á intentar de tomar algunos grupos, aunque sin límites marcados.

1° Lagunas dentro de insignificantes depresiones lineales que tuvieron aguas (de presion) en el último tiempo pampeano, pudiéndolas considerar como restos de ellas.

La capilaridad del suelo, aumentada por los vegetales, ha puesto el nivel de sus aguas sobre el del agua subterránea. Su suelo se compone de arcilla pampeana, cubierta de una capa vegetal. Segun mis observaciones, generalmente no hay médanos en sus orillas. El nivel del agua es variable. Las aguas son en parte saladas y entónces se encuentran en sus planas orillas eflorescencias de sal (lo más sulfato de sodio). Al Sur de Carlota, dicen que hay algunas salinas. De esta clase de lagunas hay numerosas en el departamento de Union.

2° Lagunas, á veces en forma de cadenas, dentro de corrientes viejas (restos de estas), que estaban en comunicacion con los sistemas de los ríos. La mayor parte de ellas tiene agua dulce, que viene de corrientes subterráneas, siendo probable que en tiempo de inundaciones sean alcanzadas por corrientes superficiales. En sus orillas planas hay arena. Esta forma tuvo gran propagacion en el último período, al fin del tiempo pampeano. Ejemplos son los arriba mencionados en los brazos viejos del Río 1°.

3° Lagunas de los ríos y arroyos que, representando ensanchamientos de estos, todavía hoy están en comunicacion con las corrientes. A esta clase pertenecen, por ejemplo, las lagunas al Este de Carlota, en que desemboca el Río 4° para salir como río Saladillo, las lagunas del arroyo Chucal y de otros arroyos más entre Río 3° y Río 4°.

4° Lagunas aisladas sin relacion visible con aguas viejas. En parte ellas no son sinó depósitos de aguas de lluvia en depresiones pequeñas, pudiéndoselas comparar á los «jagüeles», que son cavidades artificiales hechas para recoger el agua de lluvia y que se llaman tambien «represas», cuando el agua es contenida por diques.

A esta clase pertenecen tambien las lagunas casi circulares encerradas en médanos, tales como las que se encuentran al Sud de nuestra region, por ejemplo, la laguna *Chemeco*, en la cercanía de la estacion Washington del Ferro-Carril del Pacífico.

En la formacion de estos médanos han cooperado, segun Heuser y Claraz, quizás remolinos.

El nivel del agua está más alto que el del suelo alrededor.

En la region del río Colorado, á fuera de nuestra region, dicen que hay lagunas hondas con orillas derechas. Hay que averiguar aquí, en qué terreno están hundidas. Ellas son quizás hundimientos por disolucion de yeso en capas inferiores.

Estas se pueden comparar con los «resumideros», los que he conocido en la provincia de Mendoza en la chacra de mi amigo, el doctor Loos, en Palmira, cerca de 20 kilómetros al Este de Mendoza. Aquí hay corrientes subterráneas, arroyos chicos que corren con bastante rapidez, cerca de 2 metros bajo el suelo, en un canal cubierto, cuya bóveda está formada por tosca. Dicen que hay muchas en la llanura á lo largo de las cordilleras. Me abstengo dar aquí una explicacion de este interesante fenómeno. Estas corrientes son visibles por los «resumideros», pozos que se han formado sobre ellas por hundimiento del suelo. Sería posible que por taparse algo el canal se formen así lagunas.

Indudablemente existen tales corrientes subterráneas tambien en otras regiones de la República á lo largo de montañas y se recomienda mucho su estudio.

Lagunas de agua salada y dulce existen á veces muy cerca una de otra, como tambien hay pozos de agua dulce en medio de salinas.

Este hecho se explica, porque la formacion pampeana se compone de capas diferentes, permeables é impermeables, pobres de sal unas, ricas otras, sucediendo que las aguas, que vienen de puntos más altos se acumulan en las capas libres de sal, las que pueden subir á la superficie debido á la ondulacion misma de las capas.

Entre lagunas saladas, salinas y salitrales no existe un límite bien marcado, pudiendo pasar una forma en la otra.

Los *salitrales*, impropiamente llamados así, pues aún no se ha encontrado, con excepción de Patagonia, salitre en ninguna parte de las estepas argentinas (San Luis?), son regiones sin vegetacion ó con plantas de salinas, cubiertas en la estacion seca por eflorescencias de sal.

Tales eflorescencias existen en muchas partes sobre la arcilla pampeana en capitas delgadas, pudiéndose observarlas mejor en los dias secos que suceden á los de lluvia. Estas sales parecen ser en su mayor parte sulfato y cloruro de sodio y sulfato de magnesia y potasa. Prescindo por ahora de la exposicion del orígen de dichas sales.

Resta sólo mencionar los médanos, una de las formaciones más modernas.

Ya hemos conocido tal formacion en las Lomas Altas, en la costa accidental de la Mar Chiquita, producida por la accion de las ondas de la Mar Chiquita, de las aguas anteriores del Río 1° y de los vientos.

La region del Río 4° y Río 5° es muy rica en médanos, los que se presentan á veces en forma de valles circulares, que, como ya he dicho, contienen lagunas. Los hay tambien en forma de lomas con una pendiente suave y la otra rápida.

No he podido observar en esta region, si existe alguna ley, que relacione la posición de los médanos con la direccion de los vientos. En la travesía de Tunuyán y en el ángulo entre el río Salado y el río Diamante he encontrado en alguna distancia de esta una orientacion de los médanos de Este á Oeste.

Médanos en forma de vallas se hallan tambien en la cercanía de los ríos y siguiendo su propia direccion, como sucede en los ríos 4° y 5°, descansando aquí sobre las capas de guadal arriba mencionado.

Sin duda las capas pampeanas superiores arenosas, como se han depositado en las orillas de las aguas pampeanas han suministrado el material para los médanos.

Segun mis informaciones los médanos no parecen ser siempre estables, sinó que por el contrario se mueven hácia adelante con gran rapidez, como lo han observado muchas veces en el Ferro-Carril del Pacífico. En una estancia al Sud del Río 4° me han contado que un médano ha adelantado algunas leguas (??) en una noche.

Este sería un caso excepcional, pues estando la mayor parte de los médanos cubiertos de vegetacion, lejos de los ríos, un movimiento es imposible.

LA INSOLACION EN CÓRDOBA

RESULTADOS CORRESPONDIENTES AL QUINQUENIO 1889-1893

POR OSCAR DOERING

Desde el 1° de Enero de 1889, está funcionando en la Oficina Meteorológica de la Provincia de Córdoba, uno de los instrumentos conocidos con el nombre de *sunshine recorder* de **Cambell** y **Stokes**, que es un aparato en que el mismo sol se encarga de registrar la hora y tiempo que ha brillado sobre el horizonte. Me propongo dar á conocer aquí los resultados más importantes de los registros de este autógrafo, correspondientes á los años de 1889-93.

Séame permitido hacer antes una pequeña digresion lingüística muy necesaria. En las publicaciones de nuestro país, las observaciones de esta categoría, se han denominado, ya observaciones heliométricas, ya observaciones del resplandor solar. Debo declarar la guerra á uno y otro término.

En efecto, el heliómetro es un instrumento astronómico, destinado á la medicion de pequeñas distancias angulares, especialmente del diámetro del sol, y las observaciones que se hacen con este aparato en el sentido indicado, son heliométricas, y no tienen analogía ninguna con las que se tratan aquí. Asímismo, observaciones del resplandor solar serían las que se hagan sobre los distintos grados de brillo ó intensidad del sol, y no las que se dedican á hacer constar la presencia del sol.

Más propia me parece la palabra técnica de insolacion que he introducido para designar la accion directa del sol, fundándome en la etimología y el significado original de este sustantivo. Tampoco creo que se opone á su adopcion en climatología, la circunstancia de que la ciencia médica se ha apoderado de la palabra, dando al efecto el nombre de la causa y entendiendo por insolacion el estado patológico producido en el orgánismo humano, por un exceso de rayos solares luminosos y caloríferos.

De consiguiente llamo hora de insolacion, á una hora durante la cual el sol ha ejercido su accion directa de radiacion sobre nosotros, brillando, sea sin obstáculo ninguno, sea con interposicion de capas tan delgadas de nubes ó de sustancias flotantes en la atmósfera, que no se ha borrado la influencia de los rayos solares en el papel especialmente preparado para el autógrafo.

No es mi propósito hacer resaltar aquí la importancia de este elemento climatológico cuya influencia benéfica sobre nuestro bienestar y nuestra salud, se impone á todo el mundo: pero sensible es decir que la intensidad con que ha sido estudiado hasta hora, no corresponde en nada á su importancia conocida. Es verdad que la carta de ciudadanía otorgada á esas observaciones en climatología, es de fecha relativamente moderna: mas no es menos cierto que existe ya un material abundante de observaciones que podría haberse aprovechado y estudiado mejor. Pues las publicaciones relativas á ese factor se limitan á dar la marcha diurna de la insolación, y en cuanto á la ánua á indicar la relacion que guardan las horas de insolacion en un mes con aquellas que el sol debía haber brillado en virtud de la posicion geográfica de la localidad.

Tengo á la vista un solo trabajo, en que se ha principiado á tratar la insolación más ampliamente, el del Dr. W. Trabert, sobre la marcha diurna de la temperatura é insolacion en el cerro Sonnblick (1). Hay que ensanchar más los métodos de tratar este elemento, y me permitiré señalar á mis colegas, los climatólogos, varios puntos de vista bajo los que conviene estudiar la insolacion, presentando para este objeto los cuadros formados con las observaciones de mi oficina.

La marcha diurna de la insolacion

Las tablas I á V que acompaño, contienen el material necesario para juzgar en cada uno de los 5 años de observacion la marcha diurna, y la tabla VI suministra los promedios derivados de los cuadros anteriores. Las cifras representan horas y sus fracciones: son las sumas mensuales de los momentos que el sol ha brillado en las distintas horas del día. Las horas son de tiempo verdadero de Córdoba.

En general, el número de las horas de insolacion aumenta y disminuye durante el día con la altura del sol sobre el horizonte. Hasta las 8 a.m. el aumento es muy rápido, de 8 a.m. á 11 a.m. más lento, en las horas de 11 a.m. á 2 p.m. queda casi estacionario, luego declina despacio hasta las 4 p.m., y de esta hora adelante hay una disminucion rápida de las horas de insolacion.

El resultado general de los 5 años, nos deja en la duda á cuál de las horas entre 11 a.m. y 2 p.m. corresponde la insolación máxima. Pasando á buscarla con más precision en los distintos meses, la encontramos en Setiembre muy adelantada (de 10 á 11 a.m.) y en Agosto y Diciembre bastante atrasada, de 2 á 3 p.m. En 5 meses, Marzo á Mayo, y Octubre y Noviembre, el máximum tiene lugar de 1 á 2 p.m. Pero en casi todos los meses las diferencias entre el máximum y los valores de las horas vecinas son tan insignificantes que un aumento de observaciones va á producir seguramente modificaciones en la entrada del máximum.

---

(1) *Denkschr. d. Kais Akad. d. Wiss. zu Wien,* Bd. 59

Si derivamos promedios para las estaciones del año, el máximum tiene lugar :

En verano (Dic. á Febr.) de 11 á 12 m. (21.9);
En otoño (Marzo á Mayo) de 12 á 1 p.m. (22.4);
En invierno (Junio-Agosto) entre 12 m. y 2 p. (23.8);
En primavera (Set. á Nov.) de 1 á 2 p. (24.0).

En el verano se nota la influencia de las tormentas que levantándose despues de mediodía, nos privan de muchas horas de sol, por cuya razon aparece el máximum como anticipado.

Donde el número de años lo permita, conviene hacer un estudio más detallado de la marcha diurna de la insolacion. Hago el principio con el material de que dispongo, presentando en las tablas VII y VIII la probabilidad que hay en Córdoba durante las distintas partes del día, tanto de que el sol quede invisible durante una hora, como de que brille 60 minutos sin interrupcion alguna.

Cuando se trate de un material más abundante, habrá que multiplicar los cuadros de esta clase, pero teniendo á la vista las observaciones de una sola localidad, es difícil marcar a *priori* los límites. Recien cuando se comparen entre sí las observaciones tomadas en distintos lugares y zonas climatéricas, se podrá, con un criterio más acertado, determinar la extension que conviene dar á esas investigaciones.

Desde ya indico la conveniencia de formar cuadros de la frecuencia ó de la probabilidad de los siguientes grados de insolación durante las distintas horas del día:

Grupo 1. Insolacion = 0 (véase nuestra tabla VII);
» 2. Insolacion escasa (= 0^h-0^h3);
» 3. Insolacion regular (= 0^h4-0^h6);
» 4. Insolacion abundante (= 0^h7-0^h9);
» 5. Insolacion llena (= 1^h0); (véase nuestra tabla VIII).

En Córdoba la probabilidad de 0.1-0.9 horas de insolacion por hora no tiene período diurno, manteniéndose á la altura de 0.20 aproximadamente durante todo el día. Para formar cuadros de los grupos 2 á 4 separadamente es muy corto el número de los años cuyas observaciones nos ocupan aquí.

La probabilidad de una hora entera sin insolacion disminuye en general á medida que el sol va levantándose sobre el horizonte. Sin embargo, en el verano entra el mínimum de esa probabilidad antes de la culminacion del sol, y en los meses de Abril á Setiembre despues de ella. En Marzo y Octubre, aparece el mínimum recien por la tarde (2-3 p.m.). Si nos limitamos á las horas del día que el sol está sobre el horizonte en todos los meses, en el promedio del año la tarde está favorecida con más claridad del cielo, apareciendo el mínimum de esta probabilidad de 12 m. á 3 p.m.; la probabilidad media en una de las horas entre 7 a.m. y mediodía es de 0.23, la de una hora comprendida entre mediodia y las 5 p.m. tan sólo de 0.17.

La probabilidad para una hora entera de sol (Tab. VIII) marcha, en general, á la inversa de aquella que acabamos de examinar, sin embargo, no coinciden del todo los valores máximos de una con los mínimos de otra. En los meses de Octubre á Marzo, el máximum tiene lugar antes de mediodía, y en los meses secos y escasos de tormentas, recien en la tarde. Aquí tambien se nota que la tarde (de una probabilidad media = 0.62) está menos nublada que la mañana á que corresponde una probabilidad media de 0.59.

Combinando los datos de esos dos cuadros VII y VIII, se deduce fácilmente la probabilidad de una hora cuya insolacion oscile entre 0^h1 y 0^h9. Es como sigue:

8 9 a.	9-10 a.m.	10-11 a.m.	11-12 m.	12-1 p.	1-2 p.	2-3 p.	3-4 p.
.21	.21	.20	.19	.20	.22	.23	.24

La marcha ánua de la insolacion

Acompañamos en las tablas IX á XIII las sumas diarias de las horas de insolacion que se han registrado en cáda dia de los 5 años de 1889–93, y que constituyen la base de todas las deducciones relativas á la marcha ánua de este elemento climatológico.

Con estos cuadros á la vista, hagamos, en primer lugar, un ligero estudio de los valores extremos. Este estudio es facilitado por la tabla XIV, en la que se ha hecho el recuento de los días en que el sol no ha estado visible ni por un solo momento. La suma de tales días no ha pasado de 105 en el quinquenio, lo que da un número medio, por año, de 21 días sin sol, cifra que habla alto en favor del clima de Córdoba.

La suma anual efectiva ha oscilado entre 13 (1893) y 34 (1891). Mayo y Julio son los meses más invadidos por los dias sin sol, que son raros en Noviembre y Diciembre. Entre los 60 meses que abarcan las observaciones, se cuentan 12 en que no ha habido día sin sol, y el número mayor de esos días en un solo mes de un año se ha elevado á 6 (en Julio de 1892).

La segunda parte del mismo cuadro señala las sumas diarias más grandes de insolacion que se han observado en los 5 años, á las que se ha agregado, en el último renglon, el número medio de horas que tiene el día en Córdoba. No es de extrañar que á veces el número de horas de insolacion de un día resulte mayor que el número de horas que corresponde en término medio á un día del mes: fácilmente se explica esta paradoja aparente, si se tiene en cuenta que en general los días de un mes, limitados por el orto y el ocaso del sol, se componen de un número desigual de horas, discrepancia que llega á ser bastante grande en las épocas de disminucion ó aumento rápidos de la declinacion del sol.

Sin pretension de entrar en más detalles, advierto sólo que no hay año en que el número máximo de horas de insolacion de algun día no haya llegado á lo menos á 13.7 horas.

A fin de estudiar con más acierto la marcha ánua de la insolacion, se han añadido á los resultados del quinquenio que nos ocupa, las observaciones del mismo elemento efectuadas aquí por la Oficina Meteorológica Nacional desde Marzo de 1886 hasta fines de 1888 ([1]), y para completar los 8 años, se incluyen las observaciones de mi oficina para Enero y Febrero de 1894.

En el cuadro XV se reproducen las sumas de las horas de insolacion que se han registrado en cada mes de los 8 años. El promedio general da 2778 horas de insolacion al año para Córdoba, suma que se alcanzaría, si el sol brillase cada día del año durante 7^h6 (7 horas 36 minutos). Los valores anuales extremos observados se encuentran en dos años consecutivos: (1889 con 2510 horas y 1890 con 3011): si esos extremos no son ultrapasados en las observaciones que en adelante se hagan, se puede decir que Córdoba cuenta por día á lo menos con 6 horas 52 minutos de luz solar directa (año 1889) y que puede llegar á recibir aún una insolacion de 8 horas 15 minutos diarios durante todo el año, como sucedió el año 1890.

Aunque esas sumas mensuales, el resultado directo de la observacion, no carecen de importancia, tienen, sin embar-

---

([1]) Estos datos están publicados en la obra de mi distinguido colega Gualterio G. Davis, *Ligeros apuntes sobre el clima de la República Argentina,* pág. 235.

go, el inconveniente de dificultar mucho la comparacion de los distintos meses, á causa de la desigualdad del largo de los días en el trascurso del año, y esta dificultad que es molesta al tratar la insolacion en una sola localidad, se constituye en obstáculo más serio, cuando se quiere entrar en la comparacion de las cantidades de luz solar directa recibidas por lugares de distinta latitud.

Desaparece la dificultad, si se forman, para cada mes en cada punto de observacion, los cocientes que expresan la relacion entre el número observado de horas de insolacion y aquel que el sol está sobre el horizonte ó, en otras palabras, si se indica el tanto por 100 que forman las horas observadas con las horas posibles de insolacion. Las cifras así calculadas están encabezadas, en la tabla XV, por la palabra *percentaje.* Este modo de representacion numérica de la insolacion está bastante generalizado ya.

Recorriendo el cuadro aludido notamos sólo 4 veces cantidades inferiores al 50 °/₀ y aún 3 valores iguales ó superiores al 80 °/₀. La cantidad mínima observada (39 °/₀) corresponde á Febrero de 1889, uno de los meses más lluviosos en Córdoba; por otra parte, se consigna en Agosto de 1893 el 88 °/₀, cifra altísima. Por año, Córdoba goza de un 63.5 °/₀ de la insolacion posible, valor derivado de cifras que oscilan entre el 57.4 °/₀ y el 68.9 °/₀.

La curva que podría trazarse con las cantidades relativas correspondientes á los distintos meses, sería sumamente irregular, pues hay meses con cifras altas que se rozan con otras de cantidades muy bajas y vice-versa. Por igual motivo me abstengo tambien de dar los resultados por estaciones del año, limitándome por lo pronto á enumerar los meses en órden ascendente de las cantidades relativas de luz solar que reciben, y que es como sigue:

Abril 58,3 °/₀; Marzo, Junio, Julio, Setiembre, Diciembre, Octubre, 63.2; Febrero, 64.0; Noviembre, Enero, Mayo, Agosto, 70.8 °/₀.

Más adelante llegará la oportunidad de añadir algunos datos relacionados con los promedios mensuales.

En la tabla XVI se ha aprovechado el material suministrado por las tablas IX á XIII para proceder á una clasificacion de los dias bajo el punto de vista del número absoluto de horas que ha durado la insolacion. Postergando la explicacion de las diferencias entre los distintos meses para más tarde, cuando el número de las observaciones haya aumentado, voy á señalar hoy sólo unas particularidades que ofrecen las cifras de frecuencia reunidas en la columna encabezada « año ».

A primera vista se notará que los grados intermedios de insolacion están escasamente representados en Córdoba. La frecuencia mínima (61) corresponde á una insolacion de 2.1 á 3.0 horas por día. Desde ese grupo aumenta el número en los dos sentidos, es decir, tanto hácia el grupo de insolacion diaria nula, como en direccion á la escala de 10.1 á 11.0 horas por día, que es la más frecuente (281). Una insolacion de 13 á 14 horas diarias es posible únicamente en los meses de Noviembre á Febrero, y á pesar de esto, tiene una cifra de frecuencia más alta que cada uno de los grupos de 1 á 6 horas. Los días sin sol tienen la misma representacion que los que reciben de 11 á 12 horas de insolacion : se repiten 21 veces por año. La preponderancia corresponde á los dias con á lo menos 9^{h}1 de sol : constituyen el 47 % del número total.

Dediquemos un poco de atencion á la tabla XVII. Para su confeccion se ha calculado en la escala de 100, la relacion que guardan las horas de insolacion observadas en un día con las horas posibles del mismo día, clasificando en seguida, dentro de los distintos meses, los valores así obtenidos. Esa clasificacion es más lógica que la de la tabla anterior, pues un número determinado de horas de sol no puede tener el mismo significado en los meses compuestos de dias cortos y en los de días largos. 9 horas de sol, por ejemplo, observadas en un dia del mes de Julio, cuya duracion media es de 10.2 horas representan una insolacion abundante; pero observadas en Diciembre, las mismas 9 horas son una cifra pequeña en comparacion con las 14.0 horas que cuenta el día medio en ese mes. En el primer caso las 9 horas representan el 88 $^0/_0$ de las horas posibles, en el segundo tan sólo el 64 $^0/_0$ de la insolacion posible.

En la tabla XVII no se han formado más de 5 grupos de valores que adelantan de 20 $^0/_0$ á 20 $^0/_0$. pero se ha dado doble expresion á la frecuencia que corresponde á cada uno. Por una parte consta el número medio de días que las componentes de un grupo han sido registradas, y por otra parte se indica su frecuencia media relativa á 100, ó, lo que es lo mismo, su probabilidad, en caso de tomarse las cifras como centésimas partes. Adoptando la primera de las dos medidas empleadas, tenemos al año 169 días cuya insolacion ha sido á lo menos un 80 $^0/_0$ de la insolacion posible, y cada grupo inferior con excepcion del primero (0–19 $^0/_0$) es menos frecuente que el superior inmediato. Los días con una insolacion inferior al 20 $^0/_0$ se cuentan en un año sólo 56 veces, mientras que los de 60 $^0/_0$ arriba suman 235 por año. De conformidad con estos datos, pero eligiendo otro modo de apreciacion, sabemos de la segunda parte del mismo cuadro que la probabilidad de una insolacion diaria de 60 $^0/_0$ arriba alcanza á la cifra alta de 0.64 y que una insolacion abundante de 80 $^0/_0$ arriba se encuentra casi dia por medio, siendo su probabilidad igual á 0.46.

Todos estos datos, que más detallados están incorporados á los cuadros que acaban de explicarse brevemente, concurren á demostrar que la insolacion de que goza Córdoba, es una de las más abundantes, circunstancia que sabemos apreciar especialmente los que hemos nacido y vivido en países donde la sonrisa de un cielo azul sin nubes es algo parecido á un día de fiesta.

¿Será una preferencia local de Córdoba ó se puede, generalizando, decir lo mismo de toda la República?

Para contribuir á la contestacion de esta pregunta, he coleccionado los datos sobre la insolacion, que bajo la direccion del distinguido químico Dr. P. N. Arata, se han tomado en la Oficina Química Municipal de Buenos Aires. Esas observaciones se encuentran desparramadas en los distintos *Boletines Mensuales* y *Anuarios de Estadística Municipal*, publicados por el reputado estadígrafo Alberto B. Martinez, y siento sólo que la forma de su publicación, sumas mensuales de la insolacion antes y despues de mediodía, no admite sinó una comparacion muy limitada con las observaciones que nos han ocupado hasta aquí.

Las observaciones de Buenos Aires están reunidas en la primera parte de la tabla XVIII, que guarda estricta analogía con la número XV, de manera que las cifras de su segunda parte significan la relacion, expresada en centésimos, entre las horas efectivas de insolacion y las posibles.

Buenos Aires habría de recibir la luz solar durante 4357 horas al año (14 horas menos que Córdoba), si su cielo estuviera despejado desde la salida hasta la puesta del sol; pero goza sólo de 2536 horas, resultando así para Córdoba una ventaja, en el número absoluto, de 252 horas anualmente. Distribuyendo las sumas anuales que se observan, por partes iguales sobre todo el año, se deriva para Buenos Aires una insolacion diaria de 6^h9 (6 horas 54 minutos) y para Córdoba de 7^h6 (7 horas 36 minutos). Un número de horas de insolacion igual al que recibe la Capital en término medio, le toca á Córdoba excepcionalmente en años muy nublados y oscuros (como, v. gr., en 1889), y aún en los años más despejados y claros (1893) la insolacion de Buenos Aires no se eleva á la altura de la que tiene Córdoba en término medio.

Examinándose las sumas mensuales de las dos localidades, notamos que son los 4 meses de Mayo á Agosto los que producen el déficit en la insolación de Buenos Aires. En Enero, Febrero, Abril, Setiembre y Noviembre, el número absoluto de las horas de insolacion no difiere esencialmente en las dos ciudades, en Marzo y Setiembre Buenos Aires se lleva aún la ventaja.

La segunda parte del cuadro XVIII, que representa las cantidades relativas de insolacion que corresponden á Buenos Aires, nos descubre algunas diferencias notables. Entre las observaciones de Córdoba figuraban sólo 4 veces cantidades iguales ó inferiores al 50 %, en Buenos Aires encontramos 18 veces cifras tan pequeñas. Aquí baja el valor mínimo hasta 29 % (Junio 1888) y el más alto no pasa de 75 % (Marzo 1894 y Setiembre 1892), siendo así que en Córdoba se observaban los valores correlativos de 39 % y 88 %.

Segun la mayor ó menor insolacion relativa que reciben, los meses guardan en Buenos Aires el siguiente órden:

Enero, 64.6 %; Marzo, Noviembre, Setiembre, Febrero, Abril, Octubre, Diciembre, 59.0; Mayo, 54.7 %; Agosto, Junio y Julio, 38.0 %.

Sobre la base de las cantidades relativas consignadas en los cuadros XV (Córdoba) y XVIII (Buenos Aires) he llevado á cabo algunas otras investigaciones cuyo resúmen compendiado para la comparacion, se presenta en la última tabla (XIX) que acompaño.

La anomalía media cuyos valores forman parte de ella, es el término medio de las diferencias entre cada uno de los valores parciales y el promedio que ellos suministran, sin hacer distincion de los signos de que están afectadas. No obstante las discrepancias en los detalles, en la comparacion de las cifras que representan la anomalía media se revela el hecho que la insolacion de las dos ciudades es regida por una causa comun general, cuyo poder igualador es atenuado y á veces aún neutralizado por influencias locales. Córdoba y Buenos Aires, aunque separadas por una distancia de 545 kilómetros, pertenecen á la misma zona climatérica. ¿Cómo interpretar de otro modo la circunstancia sorprendente que allí y acá son los mismos meses los que tienen la anomalía máxima (Junio y Agosto)? Tampoco hay gran diferencia entre los valores medios: en Córdoba es de 6.1, en Buenos Aires de 5.7 el término medio de la anomalía en los distintos meses. Pero la ubicacion eminentemente continental de Córdoba y la posicion de Buenos Aires en el gran estuario del Rio de la Plata, influyen de tal modo en la anomalía de las cantidades relativas anuales de la insolacion, que la de Buenos Aires (2.0) se reduce casi á la mitad de la que existe para Córdoba (3.5).

Tambien he calculado los errores probables de que están afectados los promedios consignados en la tabla XIX. Estos oscilan en Córdoba entre ± 0.78 (Abril) y ± 2.87 (Enero), en Buenos Aires ± 1.02 (Noviembre) á ± 3.21 (Junio); y á pesar de tantas divergencias son, en término medio, iguales; para Córdoba = ± 1.96 y para Buenos Aires = ± 1.97. El promedio anual tiene en las dos ciudades un grado alto de precision; su error probable es inferior á ± 1.0 °/o, pero Buenos Aires está mucho más favorecida al respecto.

Finalmente, he hecho una aplicacion práctica de los errores probables. Puesto que el número de años de una série de observaciones, es inversamente proporcional al cuadrado del error probable inherente al promedio de la série, he calculado para las dos ciudades que estamos comparando, el número de años que deben continuarse las observaciones para que los promedios mensual y anual tengan un grado de precision de ± 1 °/o y de ± 2 °/o.

Los resultados calculados, muy distintos segun los meses á que corresponden, se pueden comparar en los renglones horizontales de la tabla XIX que dicen: *años para w =* °/o y *años para w* = 2 °/o, siendo *w* el símbolo del error probable.

Otra vez más encontramos, á pesar de las divergencias que se notan en los detalles, cierta uniformidad. Pues en término medio se necesitan en Buenos Aires 27 años de observacion, y en Córdoba 28, para que el error probable de los promedios mensuales quede reducido á ± 1 %; para que no pase de ± 2 % habrá que observar 7 años en ambos puntos.

Los valores anuales (57.4% para Buenos Aires y 63.5 para Córdoba) se derivan con el mismo grado de precision de una série mucho más corta de observaciones: de 2 años y 1 año en Buenos Aires, pero en Córdoba recien con 8 y 2 años de observacion.

Córdoba, Julio de 1894

MARCHA DIURNA DE LA INSOLACION EN CÓRDOBA

AÑO 1889

Sumas en horas

Tab. I

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	AÑO
5 á 6 a.	2.5	0.8								0.6	4.1	13.4	21.4
6 á 7 a.	11·4	6.9	2.5	3.0	0.1			3.6	1.0	11.7	24.2	22.2	76.6
7 á 8 a.	13.8	8.6	11.7	15.5	12.4	3.9	9.6	19.6	11.1	19.4	16.0	22.5	164.1
8 á 9 a.	13.7	10.4	14.5	19.0	18.6	11.9	19.6	21.4	18.9	20.2	16.0	22.4	206.6
9 á 10 a.	13.8	13.1	17.6	19.2	19.9	16.4	21.2	22.2	19.9	22.9	17.2	22.3	225.7
10 á 11 a.	14.4	14.3	17.7	20.1	20.9	17.9	21.8	22.4	22.0	23.3	19.6	23.3	237.7
11 á 12 m.	14.5	14.0	19.8	18.9	21.8	18.8	23.0	22.4	22.5	24.2	20.3	22.6	242.8
12 á 1 p.	**16.4**	11.9	20.4	20.0	23.2	**19.8**	23.7	**23.0**	22.6	**25.7**	22.5	22.7	251.9
1 á 2 p.	15.1	12.1	**21.4**	**20.2**	**24.3**	19.3	**25.2**	21.3	23.8	25.5	**23.6**	21.1	255.9
2 á 3 p.	14.6	13.2	20.5	19.8	23.5	18.3	24.0	20.1	**23.9**	23.0	22.3	**24.8**	248.0
3 á 4 p.	15.6	**15.6**	20.9	18.6	19.6	18.5	21.7	19.4	22.0	23.3	23.5	21.0	242.7
4 á 5 p.	10.8	13.4	19.8	18.2	15.3	11.0	16.8	16.4	14.3	22.2	21.3	23.4	202.9
5 a 6 p.	7.7	9.1	10.2	6.0	1.0		0.1	3.2	2.4	15.6	20.1	21.1	96.5
6 á 7 p.	6.4	3.4								2.1	10.6	14.5	37.0
Suma.....	170.7	146.8	197.0	198.5	200.6	155.8	206.7	215.0	201.4	259.7	251.3	303.3	2509.8

MARCHA DIURNA DE LA INSOLACION EN CÓRDOBA

AÑO 1890

Sumas en horas

Tab. II

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	AÑO
5 á 6 a.	12.3	4.4	—	—	—	—	—	—	—	1.0	12.1	12.4	42.2
6 á 7 a.	25.8	18.6	8.0	1.7	1.3	—	—	4.2	7.8	12.3	22.1	18.2	120.0
7 á 8 a.	26.2	20.5	20.6	15.3	16.0	8.2	11.1	22.0	21.3	19.7	23.5	19.3	223.7
8 á 9 a.	**27.3**	20.6	22.2	21.8	23.0	19.3	20.3	25.1	23.3	20.9	24.0	21.5	269.3
9 á 10 a.	26.3	21.0	22.6	22.0	23.3	20.7	22.4	26.3	22.4	21.2	25.9	21.0	275.1
10 á 11 a.	**26.8**	21.2	22.2	**22.3**	25.6	23.0	23.1	25.6	24.1	21.6	25.8	21.9	283.2
11 á 12 m.	26.6	**23.2**	22.5	22.1	26.8	23.4	24.7	26.2	24.9	22.7	26.5	**22.**	291.6
12 á 1 p.	26.6	**23.2**	22.8	20.5	26.5	22.7	**26.0**	26.6	24.2	21.6	**27.3**	20.5	288.5
1 á 2 p.	25.9	22.0	22.8	20.9	26.2	**23.8**	25.0	26.2	**25.5**	21.4	26.7	20.7	287.1
2 á 3 p.	25.8	20.6	**23.6**	19.7	**27.0**	22.6	23.8	**28.8**	25.1	**22.1**	25.0	21.2	285.3
3 á 4 p.	**23.4**	20.8	22.7	18.2	21.4	20.4	22.8	27.1	24.3	21.1	24.9	20.2	270.3
4 á 5 p.	24.1	18.3	20.5	14.7	19.7	11.9	14.9	23.3	20.7	19.8	24.4	17.7	230.0
5 á 6 p.	21.5	18.2	8.8	2.4	1.8	—	0.1	2.6	3.5	11.4	20.6	18.0	111.9
6 á 7 p.	12.7	5.5	—	—	—	—	—	—	—	1.2	3.6	10.0	33.0
Suma.....	334.3	258.1	239.3	201.6	241.6	196.0	214.2	264.0	247.1	238.0	312.4	264.6	3011.2

MARCHA DIURNA DE LA INSOLACION EN CÓRDOBA

AÑO 1891

Sumas en horas

Tab. III

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	AÑO
5 á 6 a.	15.3	7.3	0.7	—	—	—	—	—	—	0.4	9.0	9.7	42.4
6 á 7 a.	19.2	21.6	10.9	1.5	1.9	0.1	—	1.1	4.2	10.5	19.2	12.6	102.8
7 á 8 a.	20.2	22.6	19.8	16.1	18.4	10.5	9.7	16.3	16.4	15.8	19.0	12.7	197.5
8 á 9 a.	20.5	22.5	20.5	20.8	21.5	14.6	15.3	19.6	19.3	17.1	19.7	14.3	225.7
9 á 10 a.	20.8	22.5	20.9	21.6	22.1	16.1	16.8	21.7	21.9	17.6	19.8	16.6	238.4
10 á 11 a.	**22.6**	23.3	22.1	22.5	23.6	18.0	18.7	21.2	**24.5**	21.5	21.1	17.8	256.9
11 á 12 m.	22.3	23.2	**25.8**	**22.9**	**23.6**	20.3	20.2	21.1	22.0	**21.7**	21.3	**19.4**	263.8
12 á 1 p.	22.3	**23.9**	23.5	21.9	22.8	**22.5**	20.8	20.7	22.6	21.6	**21.7**	18.1	262.4
1 á 2 p.	19.7	22.2	22.6	22.0	22.6	21.4	**21.7**	**22.3**	19.7	20.6	21.1	17.4	253.3
2 á 3 p.	18.8	23.2	23.1	20.2	23.2	20.9	20.8	21.7	18.5	19.6	20.2	18.8	249.0
3 á 4 p.	20.0	21.0	22.2	19.7	19.7	20.3	19.4	20.6	17.8	18.2	20.8	17.5	237.2
4 á 5 p.	20.4	21.8	22.0	16.7	16.7	15.9	15.7	16.3	16.5	16.7	19.5	17.9	216.1
5 á 6 p.	22.0	21.1	10.7	3.4	1.6	—	0.3	2.1	5.5	11.8	19.1	18.8	116.4
6 á 7 p.	7.3	3.1	—	—	—	—	—	—	—	0.4	8.4	10.7	29.9
Suma.....	271.4	279.3	241.8	209.3	217.7	180.6	179.4	204.7	208.9	213.5	259.9	222.3	2691.8

MARCHA DIURNA DE LA INSOLACION EN CÓRDOBA

AÑO 1892

Sumas en horas

Tab. IV

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Año
5 á 6 a.	10.8	5.7	—	—	—	—	—	—	—	1.0	6.5	8.9	32.9
6 á 7 a.	20.1	17.8	5.5	2.8	0.3	—	—	3.5	3.7	12.4	18.1	13.4	97.6
7 á 8 a.	20.8	19.1	13.4	16.2	11.9	14.0	9.5	19.4	24.6	20.7	20.0	14.9	204.5
8 á 9 a.	21.5	18.8	14.0	17.8	18.9	20.9	15.1	20.5	28.3	21.5	22.7	16.6	236.6
9 á 10 a.	21.6	21.6	14.9	16.8	20.7	22.4	19.8	20.5	29.2	23.8	23.3	21.1	255.7
10 á 11 a.	22.7	**23.8**	16.4	19.0	21.8	23.8	19.0	22.0	**29.9**	23.4	24.9	24.6	271.3
11 á 12 m.	**23.1**	23.7	20.2	19.3	22.1	24.8	21.3	23.2	29.7	22.1	26.0	24.9	280.4
12 á 1 p.	21.2	22.4	20.2	**20.7**	22.3	**26.0**	20.9	24.6	29.7	22.2	26.0	22.4	278.6
1 á 2 p.	21.5	22.3	**20.9**	20.5	**22.4**	24.9	**22.1**	25.9	29.5	**25.3**	27.6	21.9	281.8
2 á 3 p.	21.7	21.8	20.3	20.5	21.6	25.3	19.2	**26.2**	29.7	23.6	26.3	25.0	281.2
3 á 4 p.	21.2	21.5	19.1	19.8	21.7	23.1	17.1	25.3	28.9	23.6	24.5	**25.2**	271.0
4 á 5 p.	21.3	18.9	18.2	16.8	18.5	16.2	11.5	23.3	26.9	22.3	23.8	24.3	242.0
5 á 6 p.	21.1	14.2	8.7	3.4	1.0	—	—	5.3	5.4	16.1	23.5	21.5	120.2
6 á 7 p.	9.3	3.8	—	—	—	—	—	—	—	4.4	13.7	15.2	46.4
Suma.....	277.9	255.4	191.8	193.6	203.2	221.4	175.5	239.7	295.5	262.4	306.9	279.9	2903.2

MARCHA DIURNA DE LA INSOLACION EN CÓRDOBA

AÑO 1893

Sumas en horas

Tab. V

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	AÑO
5 á 6 a.	10.0	1.9	—	—	—	—	—	—	—	0.4	5.3	6.5	24.1
6 á 7 a.	21.5	14.4	6.6	2.2	—	—	0.2	1.9	3.3	9.7	16.3	16.2	92.3
7 á 8 a.	23.0	14.8	19.0	15.1	9.8	8.7	9.8	25.2	15.6	19.6	19.4	17.3	197.3
8 á 9 a.	21.8	14.2	19.9	17.3	16.5	20.2	17.1	28.2	18.6	20.3	23.3	18.4	235.8
9 á 10 a.	21.0	16.1	21.3	17.2	18.4	22.2	20.0	29.1	20.3	22.3	21.5	19.3	249.0
10 á 11 a.	22.3	17.9	22.4	16.4	19.5	25.2	20.9	29.0	22.6	25.7	21.9	21.2	265.0
11 á 12 m.	24.2	21.1	22.1	17.2	23.7	27.3	22.0	29.3	22.4	24.6	22.2	23.5	279.6
12 á 1 p.	24.2	21.8	23.2	19.3	21.2	27.0	22.9	29.8	22.7	24.1	20.9	24.4	284.5
1 á 2 p.	23.6	20.2	23.3	21.2	23.9	26.2	22.6	29.3	22.0	24.5	22.4	23.4	282.6
2 á 3 p.	21.2	19.8	22.9	21.9	24.3	26.2	22.2	29.4	21.8	23.7	18.6	23.6	275.6
3 á 4 p.	20.1	19.8	18.3	21.9	22.2	26.5	23.6	29.1	21.8	24.2	17.7	23.4	268.6
4 á 5 p.	18.1	18.4	16.0	20.0	17.6	23.8	19.9	27.7	22.3	22.9	17.7	23.2	247.6
5 á 6 p.	15.8	16.5	11.0	6.4	4.0	1.8	2.4	8.4	13.4	17.3	16.5	22.9	136.4
6 á 7 p.	8.9	8.0	—	—	—	—	—	—	—	1.9	9.4	20.5	48.7
Suma.....	275.7	225.2	226.0	196.1	201.1	235.1	203.6	296.4	226.8	261.2	253.1	283.8	2887.1

MARCHA DIURNA DE LA INSOLACION EN CORDOBA

PROMEDIOS DE 1889 Á 1893

Sumas en horas

Tab. VI

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	AÑO
5 á 6 a.	10.2	4.0	0.1	—	—	—	--	—	—	0.7	7.4	10.2	33
6 á 7 a.	19.6	15.9	6.7	2.2	0.7	0	0	2.9	4.0	11.3	18.0	16.5	98
7 á 8 a.	20.8	17.1	16.9	15.6	13.7	9.1	9.9	20.5	17.8	19.0	19.6	17.3	197
8 á 9 a.	21.0	17.3	18.2	19.3	19.7	17.4	17.5	23.0	21.7	20.0	21.1	18.6	235
9 á 10 a.	20.7	18.9	19.5	19.4	20.9	19.5	20.1	24.0	22.7	21.6	21.5	20.1	249
10 á 11 a.	21.8	20.1	20.2	20.1	22.3	21.6	20.7	24.0	**24.6**	23.1	22.7	21.8	263
11 á 12 m.	**22.1**	**21.0**	22.1	20.1	23.6	22.9	22.2	24.4	24.3	23.1	23.3	22.5	272
12 á 1 p.	**22.1**	20.6	22.0	20.5	23.8	**23.6**	22.9	24.9	24.4	23.0	23.7	21.6	273
1 á 2 p.	21.2	19.8	**22.2**	**21.0**	**23.9**	23.1	**23.3**	25.0	24.1	**23.5**	**24.3**	21.5	273
2 á 3 p.	20.4	19.7	22.1	20.4	23.9	22.7	22.0	**25.3**	23.8	22.4	22.5	**22.7**	268
3 á 4 p.	20.1	19.8	20.6	19.6	21.5	21.7	20.9	24.3	23.0	22.1	22.3	22.1	258
4 á 5 p.	18.9	18.2	19.3	17.3	17.5	15.8	15.8	21.4	20.1	20.8	21.3	21.3	228
5 á 6 p.	18.2	15.8	9.9	4.3	1.9	0.4	0.6	4.3	6.0	14.4	20.0	20.4	116
6 á 7 p.	8.9	4.8	—	—	—	—	—	—	—	2.0	9.1	14.2	39
Suma.....	266.0	233.0	219.8	199.8	213.4	197.8	195.9	244.0	236.5	247.0	276.8	270.8	2801

PROBABILIDAD DE UNA HORA ENTERA SIN SOL EN CÓRDOBA

AÑOS 1889 Á 1893

En centésimos

Tab. VII

MESES	5-6 a.	6-7 a.	7-8 a.	8-9 a.	9-10 a.	10-11 a.	11-12 m.	12-1 p.	1-2 p.	2-3 p.	3-4 p.	4-5 p.	5-6 p.	6-7 p.
Enero..............	41	25	23	23	20	19	**17**	19	19	21	21	25	27	36
Febrero...........	57	33	26	26	23	21	**14**	**14**	17	18	16	18	26	52
Marzo.............	98	50	34	33	23	23	23	21	22	**18**	19	25	37	—
Abril..............	—	69	34	24	27	21	21	20	**18**	20	24	25	51	—
Mayo..............	—	85	36	28	21	21	18	16	**14**	**14**	19	27	67	—
Junio..............	—	99	49	30	23	17	13	15	**12**	15	17	25	91	—
Julio..............	—	99	42	34	28	24	20	**16**	17	17	21	28	92	—
Agosto............	—	54	24	22	17	18	16	**12**	12	12	14	21	49	—
Setiembre.........	—	60	29	17	15	13	**11**	12	11	13	14	19	51	—
Octubre...........	87	39	27	25	20	17	17	16	15	**13**	18	17	29	82
Noviembre........	49	29	23	18	16	15	15	12	**11**	14	13	15	21	36
Diciembre.........	49	36	34	28	22	19	**15**	17	**15**	16	17	22	18	30
Promedio..........	—	—	32	26	21	19	17	16	15	16	18	22	—	—

PROBABILIDAD DE UNA HORA ENTERA DE SOL EN CÓRDOBA

AÑOS 1889 Á 1893

En centésimos

Tab. VIII

MESES	5-6 a.	6-7 a.	7-8 a.	8 9 a.	9-10 a.	10-11 a.	11-12 m.	12-1 p.	1-2 p.	2-3 p.	3-4 p.	4-5 p.	5-6 p.	6 7 p.
Enero	—	50	56	57	56	61	**62**	58	53	53	52	47	46	—
Febrero	—	38	52	51	58	61	**62**	59	57	58	55	52	38	—
Marzo	—	3	45	50	52	53	**61**	59	58	57	51	47	1	—
Abril	—	—	32	53	51	51	54	**57**	57	53	53	31	—	—
Mayo	—	—	19	50	57	61	68	**69**	68	65	57	34	—	—
Junio	—	—	3	45	58	59	67	**70**	67	66	60	16	—	—
Julio	—	—	3	45	57	57	62	64	63	61	56	16	—	—
Agosto	—	—	52	69	72	71	72	**74**	**74**	**74**	69	50	—	—
Setiembre	—	—	45	58	65	**73**	71	72	71	71	64	46	—	—
Octubre	—	12	50	54	62	64	63	**65**	61	57	58	54	14	—
Noviembre	—	45	53	57	60	64	**69**	67	67	62	61	55	53	1
Diciembre	3	43	43	48	48	58	57	54	55	58	57	**59**	49	12
Promedio				53	58	61	64	64	63	61	58			

SUMAS DIARIAS DE LAS HORAS DE INSOLACION

REGISTRADAS EN CÓRDOBA EN 1889

Tab. IX

1889	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
1	11.3	10.3	1.8	0.8	2.4	5.7
2	11.2	9.5	6.6	0.2	9.3	6.6
3	10.9	7.7	7.7	0.1	5.9	7.1
4	0.3	5.1	8.8	2.7	0	7.6
5	3.8	0.2	3.5	1.0	1.2	8.7
6	10.4	3.3	5.3	0.8	7.9	7.5
7	3.1	10.3	10.1	1.3	7.3	1.2
8	0.1	4.8	10.6	2.9	1.6	0
9	0	12.1	3.0	5.2	8.6	0.3
10	0.4	3.7	11.4	7.1	7.5	2.8
11	12.3	2.2	9.5	7.8	7.8	8.7
12	11.5	3.0	8.0	1.1	7.1	8.5
13	0.3	11.3	10.9	10.4	0.3	9.7
14	12.0	0.2	10.8	10.6	2.8	9.4
15	5.4	12.2	10.9	10.4	8.3	9.5
16	1.7	8.0	7.2	10.5	9.8	1.2
17	0.1	6.5	0.1	10.7	9.7	1.1
18	4.6	5.1	6.7	8.2	9.5	8.1
19	10.2	0.9	7.9	0	9.8	6.3
20	7.9	0	9.5	10.9	9.3	3.1
21	9.9	0.8	9.0	10.9	8.5	1.9
22	1.7	0	3.5	10.9	5.4	0
23	0	0	2.4	10.4	3.1	8.9
24	2.4	10.6	0.6	10.4	7.1	5.6
25	11.8	6.5	0	10.1	0	7.1
26	1.4	0.1	4.6	7.7	9.2	7.9
27	2.4	8.8	0.9	9.9	5.9	7.7
28	2.2	3.6	7.9	10.4	8.3	0.5
29	1.1		7.1	5.0	9.6	3.1
30	11.0		10.6	10.1	9.1	0
31	9.3		0.1		8.3	
Suma...	170.7	146.8	197.0	198.5	200.6	155.8

SUMAS DIARIAS DE LAS HORAS DE INSOLACION

REGISTRADAS EN CÓRDOBA EN 1889

(Continuacion)

Tab. IX

1889	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	0	9.6	9.6	8.7	10.6	10.8
2	5.1	9.9	10.7	9.0	4.6	11.3
3	4.1	10.1	10.5	7.8	12.6	5.3
4	9.0	10.3	8.4	11.2	4.1	13.3
5	5.0	10.4	7.3	11.1	7.1	13.2
6	8.9	10.0	4.9	10.5	0	1.7
7	9.3	10.1	6.7	10.6	7.0	0.1
8	6.0	10.0	0	9.9	6.2	11.7
9	9.0	3.5	5.1	7.3	3.5	1.0
10	6.1	2.7	4.5	4.8	12.8	4.4
11	8.3	0	7.6	10.7	6.4	10.7
12	7.7	0	3.3	11.3	12.4	8.8
13	1.0	0	9.3	11.5	10.5	5.1
14	8.8	6.3	7.7	11.4	0.4	11.9
15	9.2	0.7	4.1	6.9	12.1	13.7
16	6.8	1.0	1.3	5.0	12.9	13.5
17	7.8	1.0	7.1	5.8	12.4	13.2
18	9.5	10.3	9.1	10.3	10.6	8.0
19	9.8	7.6	9.2	3.9	11.3	11.6
20	9.8	8.7	3.2	0	10.3	13.4
21	9.3	6.9	3.6	0	12.3	13.5
22	8.5	5.2	9.8	9.2	10.6	13.0
23	7.2	7.8	8.3	12.5	3.2	2.2
24	4.8	10.2	3.4	10.0	12.9	0
25	9.3	7.3	5.0	1.5	12.1	13.1
26	0.3	4.8	9.9	0.6	13.4	13.6
27	0.5	7.4	10.0	11.7	0	12.0
28	0	10.7	5.0	11.9	9.1	12.9
29	9.1	10.9	10.9	12.5	3.4	13.4
30	8.6	10.9	8.9	12.3	6.2	13.3
31	7.9	10.7		9.8		13.6
Suma...	206.7	215.0	204.4	259.7	251.3	303.3

SUMAS DIARIAS DE LAS HORAS DE INSOLACION

REGISTRADAS EN CÓRDOBA EN 1890

Tab. X

1890	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
1	13.4	0.2	1.1	0	8.2	9.8
2	10.4	6.8	10.2	9.5	10.4	8.5
3	9.5	13.0	11.5	7.0	10.4	6.8
4	0	13.1	11.6	7.4	10.3	8.4
5	13.2	13.1	11.5	8.6	10.3	1.9
6	13.3	10.4	9.7	10.6	9.9	8.6
7	12.7	8.7	11.0	10.4	10.2	9.2
8	9.8	9.8	11.2	6.2	10.1	8.9
9	4.6	13.1	10.7	4.8	9.8	0
10	13.3	10.5	6.5	9.5	8.8	1.4
11	9.8	12.3	8.6	9.2	10.3	9.1
12	11.5	12.1	10.6	10.1	10.2	8.9
13	8.6	11.8	9.8	9.2	10.2	8.6
14	11.3	12.2	0	9.8	7.5	0
15	12.8	12.3	0.7	3.7	9.8	8.6
16	12.5	4.3	11.0	3.7	9.7	6.0
17	13.1	7.7	9.0	1.8	4.1	5.8
18	8.4	12.2	3.8	9.1	8.8	8.2
19	13.3	7.4	4.8	0	9.0	4.8
20	13.2	10.0	0.1	6.0	5.9	5.6
21	13.3	9.8	1.2	10.5	9.5	3.4
22	13.3	8.5	0.3	9.0	7.3	8.6
23	12.5	6.1	8.6	10.1	4.0	8.5
24	12.8	6.2	10.6	9.6	6.3	4.0
25	12.3	11.5	9.6	6.8	0	0.6
26	11.1	0.9	8.9	2.5	0	8.9
27	12.9	2.9	10.1	1.4	8.1	8.5
28	7.1	11.2	7.7	6.0	5.8	9.1
29	12.5		10.1	1.2	0	9.0
30	8.0		8.7	1.2	7.0	6.3
31	3.8		10.1	7.9	9.7	
Suma...	334.3	258.1	239.3	201.6	241.6	196.0

SUMAS DIARIAS DE LAS HORAS DE INSOLACION

REGISTRADAS EN CÓRDOBA EN 1890

(Continuacion)

Tab. X

1890	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	5.7	9.8	10.5	11.0	6.4	10.6
2	6.3	1.2	10.3	10.4	12.9	13.2
3	1.8	0	10.5	10.3	12.3	9.9
4	9.8	4.7	10.3	10.8	10.0	8.3
5	2.7	10.3	8.6	10.3	10.7	1.5
6	5.5	10.0	9.0	8.7	8.3	6.5
7	0.9	10.0	0	9.3	13.1	13.2
8	9.1	10.3	0	0	13.1	13.6
9	7.2	9.4	10.7	10.1	12.8	13.8
10	8.2	9.6	2.8	5.6	11.0	13.1
11	9.5	10.2	9.3	3.0	10.1	4.9
12	9.1	8.1	0	3.3	13.0	13.3
13	9.4	10.3	7.8	0	11.2	13.0
14	9.1	10.5	7.1	8.9	9.4	4.4
15	4.4	10.4	8.1	11.4	13.0	4.2
16	8.4	10.4	9.3	7.4	12.7	6.0
17	9.5	10.3	9.5	8.5	12.7	13.3
18	8.6	7.9	10.9	7.3	12.9	13.6
19	5.2	10.3	10.8	4.4	13.0	6.6
20	9.2	10.3	10.7	5.6	13.0	2.1
21	2.2	6.0	10.5	6.2	11.8	1.0
22	0.3	8.8	10.5	0	8.9	0
23	2.4	8.9	1.9	12.1	9.4	0.4
24	9.4	1.8	7.8	12.5	4.8	11.9
25	9.0	10.1	10.4	12.0	7.5	5.9
26	9.4	2.9	6.6	5.1	10.2	8.6
27	8.8	10.5	10.8	8.6	10.4	9.6
28	9.2	10.5	10.7	9.3	9.8	13.2
29	8.4	10.3	10.9	12.7	3.9	13.3
30	6.3	10.1	10.8	9.2	4.1	9.2
31	9.2	10.1		4.0		6.4
Suma...	214.2	264.0	247.1	238.0	312.4	264.6

SUMAS DIARIAS DE LAS HORAS DE INSOLACION

REGISTRADAS EN CÓRDOBA EN 1891

Tab. XI

1891	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
1	3.6	13.1	9.2	0	10.2	10.0
2	12.7	13.2	12.0	0	5.5	6.4
3	13.4	10.0	11.9	10.9	7.6	8.5
4	6.1	0	11.8	7.7	10.0	0.3
5	13.0	5.3	9.8	9.6	7.7	2.9
6	8.7	13.0	7.9	2.2	8.3	0
7	13.1	12.8	11.3	0.7	9.4	0
8	13.1	12.8	11.2	9.8	10.0	1.9
9	8.5	12.0	10.6	10.3	3.0	0.3
10	12.9	7.6	11.2	8.5	10.4	4.4
11	11.6	5.5	7.8	9.3	10.3	0.1
12	2.1	12.2	6.7	6.7	10.3	3.0
13	13.1	11.7	11.1	10.0	10.3	4.6
14	9.0	9.9	0.8	9.6	8.7	9.1
15	13.2	8.8	0	8.2	8.5	8.6
16	1.0	12.3	0	4.7	0	5.6
17	13.2	12.3	1.2	0	8.4	7.7
18	11.0	12.6	7.1	4.7	7.1	9.3
19	9.7	10.7	1.9	1.5	9.3	7.5
20	2.5	0	1.3	10.3	0	9.7
21	9.1	12.4	10.8	5.7	0.2	9.9
22	8.3	12.0	10.9	9.0	10.0	9.7
23	9.4	10.4	10.9	8.4	8.8	9.9
24	12.5	6.5	8.3	9.6	7.0	9.9
25	9.3	11.4	8.0	10.5	8.3	9.6
26	9.1	11.3	6.6	2.2	0	9.3
27	0	7.7	7.2	9.5	2.5	9.7
28	0	11.8	10.8	10.2	0	9.1
29	12.1		11.1	9.8	8.4	3.6
30	5.7		10.7	9.7	10.0	0
31	4.4		4.7		7.5	
Suma...	271.4	279.3	244.8	209.3	217.7	180.6

SUMAS DIARIAS DE LAS HORAS DE INSOLACION

REGISTRADAS EN CÓRDOBA EN 1891

(Continuacion)

Tab. XI

1891	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	6.5	7.8	10.0	4.7	4.0	13.2
2	7.1	8.9	6.7	8.6	0	10.9
3	0	0	9.9	10.3	0.4	13.3
4	2.9	10.0	10.7	9.4	11.2	13.2
5	5.7	8.7	5.1	10.2	8.1	12.5
6	0	10.1	0	3.4	3.9	8.2
7	4.7	10.0	0	1.1	0	5.8
8	0	9.8	4.9	5.2	9.3	7.7
9	0.6	8.8	10.7	8.4	13.0	0.7
10	6.3	8.2	10.5	2.3	12.3	2.1
11	9.9	10.1	5.2	1.9	13.4	0
12	7.4	9.7	9.6	1.6	11.8	5.8
13	8.5	8.8	8.3	0	10.5	11.6
14	9.1	4.7	11.1	0	8.3	7.9
15	0.6	0	2.5	0.5	13.3	11.4
16	6.1	0	4.3	11.6	13.3	2.5
17	0	0	5.0	8.3	13.2	1.9
18	9.1	4.2	0	11.3	6.9	3.5
19	8.7	10.5	4.6	11.7	13.1	2.3
20	6.7	10.6	10.7	10.9	1.7	0.5
21	0.6	10.3	10.8	11.8	2.7	7.0
22	0	8.6	11.1	10.3	7.1	7.5
23	9.8	10.2	9.9	11.6	12.5	4.6
24	9.9	8.3	9.9	11.7	10.3	4.6
25	8.8	3.8	3.8	2.5	9.7	6.5
26	8.1	0	9.8	3.5	8.6	10.0
27	10.0	1.0	5.6	11.3	10.6	13.6
28	9.7	7.3	4.3	10.3	7.8	13.7
29	3.5	3.5	9.1	11.6	11.8	7.7
30	9.5	10.0	4.8	1.5	11.1	6.3
31	9.6	0.8		6.0		5.8
Suma...	179.4	204.7	208.9	213.5	259.9	222.3

SUMAS DIARIAS DE LAS HORAS DE INSOLACION

REGISTRADAS EN CÓRDOBA EN 1892

Tab. XII

1892	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
1	13.3	13.1	7.1	4.2	8.3	9.6
2	11.2	12.9	10.3	10.3	8.7	9.8
3	12.4	12.2	11.4	10.8	2.5	9.3
4	9.0	9.9	5.1	10.7	1.6	9.5
5	0.1	10.9	6.1	9.4	0	8.8
6	8.7	13.3	10.3	6.5	0	9.3
7	13.2	13.1	6.7	5.7	1.9	9.3
8	13.5	9.8	4.0	6.8	0	8.8
9	12.4	10.4	1.8	8.1	2.1	8.8
10	0	11.3	0	1.4	8.6	8.4
11	4.5	2.5	5.7	0.0	7.4	9.7
12	1.0	0.6	10.9	8.0	10.1	9.7
13	12.5	11.9	10.3	10.5	6.5	5.0
14	3.7	9.6	6.6	10.7	7.8	1.6
15	11.8	9.3	10.7	0	9.0	9.9
16	4.1	7.0	6.0	7.4	10.2	10.0
17	13.0	11.7	9.8	10.3	10.1	7.4
18	13.4	12.8	0.1	9.4	10.1	5.4
19	13.0	12.5	0	1.6	8.9	3.6
20	12.9	5.5	10.4	8.0	9.1	8.2
21	1.3	7.2	4.9	6.4	1.2	9.4
22	11.9	9.5	9.2	8.0	6.6	8.1
23	12.9	10.6	0.2	6.1	0.6	7.2
24	12.7	0	0.1	0.2	8.9	6.7
25	10.4	10.9	5.0	4.6	9.7	5.8
26	1.0	8.6	4.3	3.3	10.0	2.1
27	13.0	3.4	8.8	10.5	9.0	8.3
28	1.2	3.5	10.9	10.3	8.3	5.3
29	4.0	1.4	10.8	3.4	9.5	5.4
30	12.7		3.5	1.0	7.0	1.0
31	13.1		0.8		9.5	
Suma...	277.9	255.4	191.8	193.6	203.2	221.4

SUMAS DIARIAS DE LAS HORAS DE INSOLACION

REGISTRADAS EN CÓRDOBA EN 1892

(Continuacion)

Tab. XII

1892	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	9.5	0	10.7	7.6	10.7	6.3
2	9.2	0	11.0	10.0	13.0	13.0
3	9.4	10.4	11.2	0.7	12.6	2.4
4	9.1	10.3	10.7	10.5	10.5	7.2
5	4.9	10.1	9.3	10.4	3.9	8.6
6	0	9.8	10.7	8.6	12.6	2.9
7	0.1	3.7	10.3	2.3	13.1	3.3
8	9.0	0.1	10.0	10.2	13.3	6.7
9	9.2	9.6	10.0	2.7	12.2	4.1
10	4.9	6.4	8.6	10.7	2.0	9.6
11	7.8	9.7	10.0	11.6	11.9	13.6
12	9.6	10.5	10.2	9.5	12.6	13.8
13	6.6	10.4	10.3	8.6	12.2	12.3
14	9.9	9.0	10.4	11.6	10.9	13.4
15	2.8	8.4	10.6	11.2	6.2	12.9
16	2.9	4.6	10.3	7.6	11.3	13.6
17	8.1	6.1	10.3	2.3	7.4	9.3
18	9.7	5.0	9.1	0.7	4.8	5.0
19	9.2	8.6	8.4	0.5	5.5	8.9
20	9.0	9.8	10.7	0	10.0	6.6
21	5.5	10.1	10.2	5.4	2.7	6.9
22	5.4	2.3	9.9	12.5	9.8	7.9
23	9.9	8.2	9.5	12.4	13.2	12.6
24	4.4	10.6	10.2	12.6	13.3	9.7
25	0	10.8	9.5	10.5	13.3	11.4
26	0	4.0	7.7	12.3	12.6	10.5
27	0.9	8.9	6.8	12.8	13.0	7.8
28	8.5	10.4	9.6	8.7	13.2	12.1
29	0	10.6	9.9	12.4	9.3	9.1
30	0	10.5	9.4	12.7	9.8	10.2
31	0	10.8		12.8		8.2
Suma...	175.5	239.7	295.5	262.4	306.9	279.9

SUMAS DIARIAS DE LAS HORAS DE INSOLACION

REGISTRADAS EN CÓRDOBA EN 1893

Tab. XIII

1893	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
1	10.9	7.9	3.1	11.0	9.5	9.9
2	13.2	12.7	3.5	10.4	10.1	9.7
3	10.4	12.1	5.2	10.8	10.3	9.8
4	13.4	10.7	11.2	10.8	0	9.7
5	12.0	4.0	8.5	10.9	6.2	9.3
6	12.6	8.8	11.7	10.9	0	9.7
7	7.6	12.9	8.6	9.5	6.5	9.0
8	7.4	4.8	2.7	10.4	9.5	9.6
9	11.5	12.9	5.0	10.5	9.5	9.7
10	8.8	12.7	11.1	4.7	8.7	9.8
11	9.6	12.9	1.4	10.3	10.4	9.8
12	4.5	7.0	4.6	8.7	0.4	9.5
13	0.9	5.2	0.3	4.0	0.4	7.9
14	12.0	12.5	6.0	7.4	4.6	3.9
15	5.0	11.4	10.7	3.2	7.4	2.8
16	12.8	12.2	7.1	8.8	7.6	4.7
17	9.1	10.2	9.9	3.9	6.6	8.9
18	1.4	9.1	8.9	1.7	0	4.1
19	10.2	0	10.9	0.2	3.2	8.4
20	5.3	6.8	8.3	5.1	7.8	7.7
21	11.5	11.9	10.7	3.3	9.9	8.4
22	2.3	12.5	0.2	2.0	8.2	8.3
23	7.4	2.0	7.8	0	7.4	8.7
24	9.8	2.0	8.3	8.9	9.9	9.6
25	13.3	1.8	7.9	4.2	8.3	9.2
26	10.8	0	7.4	1.9	0	7.4
27	10.3	2.8	10.6	0.1	7.7	4.3
28	8.1	5.4	11.0	3.6	8.9	6.8
29	8.7		10.9	8.8	6.3	6.4
30	3.3		10.6	10.1	8.9	2.1
31	11.6		1.9		9.9	
Suma...	275.7	225.2	226.0	196.1	204.1	235.1

SUMAS DIARIAS DE LAS HORAS DE INSOLACION

REGISTRADAS EN CÓRDOBA EN 1893

(Continuacion)

Tab. XIII

1893	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	8.5	10.2	11.0	11.3	12.2	0.6
2	6.2	10.0	11.3	4.4	6.1	7.9
3	9.3	10.2	11.2	8.2	0	6.6
4	9.4	9.9	10.8	9.9	0.8	12.4
5	7.7	9.9	10.9	8.1	13.0	8.8
6	0.3	9.8	11.1	11.0	11.4	6.0
7	8.8	9.8	9.0	6.7	10.4	6.2
8	6.7	8.1	8.8	10.7	11.6	10.5
9	1.8	5.9	3.8	9.5	13.1	13.5
10	9.2	8.4	0.1	10.8	12.6	13.9
11	1.8	10.2	0.6	2.5	13.3	12.4
12	5.2	10.2	0	7.7	3.8	11.4
13	8.5	9.9	6.2	0	7.7	12.1
14	8.9	10.1	10.4	11.3	13.0	9.9
15	9.8	10.1	5.2	1.2	3.9	6.9
16	9.5	8.9	5.7	6.9	5.9	13.3
17	6.2	10.0	4.9	11.6	7.7	12.9
18	9.3	9.9	11.0	11.3	11.2	11.1
19	7.7	10.4	8.3	11.0	13.1	6.1
20	6.3	10.6	1.6	9.2	11.7	2.7
21	6.3	10.6	11.0	7.9	7.5	6.6
22	9.2	8.2	4.6	7.3	2.6	0.6
23	0	10.8	10.8	3.4	2.6	6.2
24	0	11.0	8.3	0	7.1	11.3
25	0.9	10.9	11.0	10.6	12.2	13.5
26	0.2	10.8	9.9	12.4	0.5	13.1
27	8.6	10.7	1.5	12.7	13.3	12.9
28	10.5	10.4	5.7	12.6	11.9	9.8
29	10.4	10.8	10.7	9.7	7.4	4.6
30	10.2	9.5	11.4	10.0	5.5	13.5
31	6.2	0.2		11.3		6.5
Suma...	203.6	296.4	226.8	261.2	253.1	283.8

FRECUENCIA DE LOS DIAS SIN SOL Y MÁXIMA DE HORAS DE INSOLACION EN CORDOBA

AÑOS 1889 Á 1893

Tab. XIV

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	AÑO
						Número de los dias sin sol							
1889	2	3	1	1	2	3	2	3	1	2	2	1	23
1890	1	0	1	2	3	2	0	1	3	3	0	1	17
1891	2	2	2	3	4	3	5	5	3	2	2	1	34
1892	1	1	2	2	3	0	6	2	0	1	0	0	18
1893	0	2	0	1	4	0	2	0	1	2	1	0	13
Suma......	6	8	6	9	16	8	15	11	8	10	5	3	105
						Valores máximos de la insolacion de un dia. — Por horas							
1889	12.3	12.2	11.4	10.9	9.8	9.7	9.8	10.9	10.9	12.5	13.4	13.7	13.7
1890	13.4	13.1	11.6	10.6	10.4	9.8	9.8	10.5	10.9	12.7	13.1	13.8	13.8
1891	13.4	13.2	12.0	10.9	10.4	10.0	10.0	10.6	11.1	11.8	13.4	13.7	13.7
1892	13.5	13.3	11.4	10.8	10.2	10.0	9.9	10.8	11.2	12.8	13.3	13.8	13.8
1893	13.4	12.9	11.7	11.0	10.4	9.9	10.5	11.0	11.4	12.7	13.3	13.9	13.9
Duracion media del dia	13.8	13.2	12.2	11.2	10.4	10.0	10.2	10.8	11.8	12.7	13.6	14.0	12.0

MARCHA ANUAL DE LA INSOLACION EN CÓRDOBA

MARZO DE 1886 Á FEBRERO DE 1894

Tab. XV

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	AÑO
						Horas de insolacion							
1886	312*	255*	233	172	233	160	223	270	191	286	253	335	2923
1887	281	246	227	200	241	171	162	190	213	234	262	239	2666
1888	331	241	221	197	213	129	188	227	157	237	234	256	2631
1889	171	147	197	198	201	156	207	215	204	260	251	303	2510
1890	334	258	239	202	242	196	214	261	247	238	312	265	3011
1891	271	279	245	209	218	181	179	205	209	214	260	222	2692
1892	278	255	192	194	203	221	175	240	296	262	307	280	2903
1893	276	225	226	196	204	235	204	296	227	261	253	284	2887
Promedio...	282	238	223	196	219	181	194	238	218	249	267	273	2778
Horas por dia	9.1	8.4	7.2	6.5	7.1	6.0	6.3	7.7	7.3	8.0	8.9	8.8	7.6
						Percentaje (°/₀)							
1886	73*	70*	62	51	72	53	71	80	54	73	62	77	66.9
1887	66	66	60	60	75	57	51	57	60	59	64	55	61.0
1888	78	63	59	59	66	43	60	68	44	60	57	59	60.2
1889	40	39	52	59	62	52	63	64	58	66	62	70	57.4
1890	78	70	63	60	75	65	68	79	70	60	77	61	68.9
1891	64	76	65	62	68	60	57	61	59	54	64	51	61.6
1892	65	67	51	58	63	74	56	71	81	67	75	64	66.2
1893	65	61	60	58	63	78	65	88	64	66	62	65	66.0
Promedio...	66.1	64.0	59.2	58.3	68.0	60.3	61.6	70.8	61.8	63.2	65.6	62.9	63.5

---

* 1894

CLASIFICACION DE LOS DIAS POR EL NÚMERO DE HORAS DE INSOLACION EN CÓRDOBA

AÑOS 1889 Á 1893

Tab. XVI

HORAS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	AÑO
0	6	8	6	9	16	8	15	11	8	10	5	3	105
0.1 á 1.0	10	8	14	10	5	7	13	7	2	5	4	8	93
1.1 á 2.0	7	4	9	11	5	8	3	2	4	6	2	3	64
2.1 á 3.0	6	5	3	5	6	6	6	3	2	7	4	8	61
3.1 á 4.0	7	6	7	9	3	7	1	5	6	6	9	2	68
4.1 á 5.0	7	3	8	8	2	7	8	6	13	5	5	9	81
5.1 á 6.0	3	7	6	6	6	10	9	3	7	7	3	8	75
6.1 á 7.0	1	9	8	8	10	8	15	4	5	4	8	17	97
7.1 á 8.0	6	8	17	11	19	13	10	7	8	9	10	9	127
8.1 á 9.0	11	6	14	12	30	33	26	20	13	14	5	8	192
9.1 á 10.0	13	12	10	20	32	43	46	27	29	15	11	10	268
10.1 á 11.0	12	13	36	41	21		3	60	46	25	17	7	281
11.1 á 12.0	17	15	17						7	25	14	12	107
12.1 á 13.0	26	29								17	35	14	121
13.1 á 14.0	23	8									18	37	86

CLASIFICACION DE LOS DIAS SEGUN SU INSOLACION EN CÓRDOBA

AÑOS 1889 Á 1893

Tab. XVII

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	AÑO
						Dias por mes							
0 á 19 °/₀	5.8	4.4	5.8	6.0	5.2	4.6	6.2	4.0	2.8	4.8	2.6	4.2	56.4
20 á 39	3.2	3.0	3.0	3.2	2.0	2.4	1.4	1.8	2.8	3.0	3.2	2.8	31.8
40 á 59	1.8	3.8	4.6	3.2	1.4	3.4	3.4	2.2	3.8	3.0	4.2	7.0	41.8
60 á 79	6.6	5.3	6.0	5.0	6.4	4.4	5.0	3.6	5.8	7.0	6.0	4.6	65.7
80 y más °/₀	13.6	11.5	11.6	12.6	16.0	15.2	15.0	19.4	14.8	13.2	14.0	12.4	169.3
						Probabilidad.— Escala de 100							
0 á 19 °/₀	19	16	19	20	17	15	20	13	9	15	9	14	16
20 á 39	10	11	10	10	6	8	5	6	9	10	10	9	9
40 á 59	6	13	15	11	4	11	11	7	13	10	14	22	11
60 á 79	21	19	19	17	21	15	16	12	19	23	20	15	18
80 y más °/₀	44	41	37	42	52	51	48	62	50	42	47	40	46

MARCHA ANUAL DE LA INSOLACION EN BUENOS AIRES

Tab. XVIII

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	AÑO
						Horas de insolacion							
1887	—	—	—	—	—	—	—	—	—	244	275	261	(780)
1888	317	231	230	227	205	85	149	150	—	—	—	—	(1594)
1889	214	223	234	168	126	133	108	185	241	256	275	217	2380
1890	280	215	221	179	177	89	121	183	230	219	281	273	2498
1891	297	262	229	231	146	128	117	137	188	183	241	266	2425
1892	318	269	231	201	190	177	114	138	265	187	257	266	2613
1893	275	259	271	188	181	169	91	209	203	224	269	285	2627
1894	271	240	280	223	185	150							(1349)
Promedio...	282	243	242	202	173	133	117	167	226	224	266	261	2536
Horas por dia	9.1	8.6	7.8	6.7	5.6	4.4	3.8	5.4	7.5	7.2	8.9	8.4	6.9
						Percentaje (%)							
1887	—	—	—	—	—	—	—	—	—	65	66	59	58.4
1888	73	58	61	68	65	29	48	45	—	—	—	—	
1889	49	60	62	51	40	46	35	56	68	68	67	49	54.2
1890	64	56	59	54	56	31	39	55	65	66	68	62	56.3
1891	68	69	61	70	46	44	38	41	53	49	58	69	54.7
1892	73	68	61	61	60	61	37	42	75	50	62	60	59.2
1893	63	68	72	57	57	58	31	63	58	59	65	64	59.6
1894	62	63	75	67	59	51							
Promedio...	64.6	63.1	61.4	61.1	54.7	45.7	38.0	50.3	63.8	59.5	64.3	59.0	57.4

DATOS COMPARATIVOS DE LA INSOLACION DE CÓRDOBA Y BUENOS AIRES

Tab. XIX

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	AÑO
							Córdoba						
Horas de insolacion.....	282	238	223	196	219	181	194	238	218	249	267	273	2778
Por ciento.............	66.1	64.0	59.2	58.3	68.0	60.3	61.6	70.8	61.8	63.2	65.6	62.9	63.5
Anomalía media........	7.6	7.3	3.7	2.1	4.5	9.1	5.8	8.5	8.3	4.9	5.4	6.3	3.5
Error probable..........	2.87	2.65	1.19	0.78	1.29	2.78	1.63	2.53	2.80	1.42	1.65	1.97	0.95
Años para $w = \pm 1\,\%$..	23	21	11	5	13	62	21	51	63	16	22	31	8
Años para $w = \pm 2\,\%$..	6	5	3	1	3	15	5	13	16	4	6	8	2
							Buenos Aires						
Horas de insolacion.....	282	243	242	202	173	133	117	167	226	224	266	261	2536
Por ciento.............	64.6	63.1	64.4	61.1	54.7	45.7	38.0	50.3	63.8	59.5	64.3	59.0	57.4
Anomalía media........	5.8	4.4	5.2	6.2	6.7	9.5	3.7	7.7	6.6	6.8	2.9	3.3	2.0
Error probable..........	2.09	1.35	1.61	1.89	2.21	3.21	1.55	2.46	2.59	2.29	1.02	1.43	0.64
Años para $w = \pm 1\,\%$..	31	12	18	25	34	72	14	36	33	31	6	12	2
Años para $w = \pm 2\,\%$..	8	3	5	6	9	18	4	9	8	8	2	3	1

LOS CRIADEROS DE WOLFRAM Y MOLIBDENITA

DE LA

SIERRA DE CÓRDOBA

COMUNICACIONES MINERAS Y MINEROLÓGICAS

Por el doctor GUILLERMO BODENBENDER

Avé Lallemant fué el primero, que ha constatado el Wolfram para la República Argentina, habiendo encontrado el mineral en la sierra de San Luis. En seguida el Dr. Brackebusch hizo conocer una otra localidad : la Quebrada de la Viuda, cerca de Cachinchuna, departamento San Javier, en la sierra de Córdoba.

En el año 1891 me mandaron para su determinacion el mismo mineral, procedente de la parte austral de la sierra de Córdoba, donde lo descubrió un italiano en un filon de cuarzo.

Las muestras las he analizado segun diferentes métodos, disgregando el mineral por fundicion con carbonato de álcali y salitre (en seguida precipitacion de ácido wolfrámico por acetato de plomo, etc.), como disolviendo el polvo sumamente fino (lavado) en ácido clorhídrico.

Como término medio de los análisis resultó :

WO_3	74,86
Nb_2O_3	1,22
Fe O	13,45
Mn O	11,02
	100,55

Además hay magnesia en indicios.

La fórmula calculada, que corresponde á esta combinacion es por consiguiente:

$$4\ WO_3\ FeO + 3\ WO_3\ MnO$$

pues este exige:

7 WO_3	1624	76,424 %
4 FeO	288	13,552 »
3 MnO	213	10,024 »
	2125	100,000 »

Una comparacion de este mineral con el de la Quebrada de la Viuda, recogido por el Dr. Brackebusch, que se encuentra en el Museo Mineralógico de la Universidad de Córdoba, dejó suponer por el color del mineral como del polvo—el mineral de la Quebrada de la Viuda es más obscuro—una diferente composicion, por lo que he practicado análisis de él.

El resultado fué:

WO_3	75,07 %
Nb_2O_3	1,12 »
FeO	15,61 »
MnO	8,24 »
CaO	0,52 »
MgO	0,31 »
	100,87 »

Por consiguiente, la fórmula de esta combinacion del Wolframato de Hierro y de Manganeso será :

$$2\,WO_3\,FeO + WO_3\,MnO$$

á la que corresponden las siguientes cantidades, encontradas por cálculo :

$3\,WO_3$	696	76,40 °/₀
$2\,FeO$	144	15,81 »
$1\,MnO$	71	7,79 »

Recien en este año me ha sido posible visitar las minas é inspeccionarlas, tan detalladamente como lo permitían el tiempo y las dificultades numerosas que se oponen á tal trabajo en nuestras sierras.

Creo que una breve descripcion merecerá la atencion de los mineros y de los geólogos, tanto más, cuanto que son tan escasos los trabajos de esta naturaleza practicados hasta ahora, en nuestro país, no obstante el sinnúmero de minas que hay en todas partes de la República y de la innegable importancia de tales investigaciones para la minería práctica.

El siguiente trabajo contribuirá, además, para comprender mejor la geología de la sierra de Córdoba, poco conocida hasta hoy.

Faltando la base topográfica, indispensable para tales trabajos, me vi en la necesidad de levantar un itinerario, sirviéndome de una brújula de reflexion para la medida de los ángulos y de mis piernas y de mis ojos para apreciar las distancias. No pretendo, pues, exactitud topográfica.

Las minas se encuentran de cuatro hasta cinco leguas al Oeste del pueblito « El Sauce », departamento Calamuchita, cerca de la cumbre de la sierra, en una altura de 1800 m., entre las partes superiores del arroyo del Rodeo de los Caballos y del arroyo de la Puerta, manantiales del rio Cuchicorral, que pertenece al Quillence, afluente del Rio Grande (Rio 3°).

El perfil transversal de esta parte de la sierra, trazado desde Sauce hasta Carpintería, al otro lado de la Sierra, presenta el mismo carácter que en otras secciones: pendiente rápida al Oeste y suave al Este, la que está dividida en escalones, es decir en cadenas paralelas, que repiten el mismo perfil.

Las cadenas tienen, en general, direccion SSE-NNO, como la situada entre el arroyo del Portezuelo y Cuchicorral y otras más chicas al Este, que corren paralelas á los arroyos de Huertas Viejas, de Mucha Agua, del Portuzuelo Aspero, afluentes del rio Sauce.

Los valles que las cadenas encierran, se han producido por derrumbamientos (valles tectónicos) y estos, junto con las cadenas, desempeñan en cuanto al relieve, un rol mucho más importante que una segunda clase de valles (de erosion) con rumbo SSO-NNE, los que siguen á la corrida de los estratos arcaicos (por ejemplo el valle del rio de los Sauces).

Depresiones (valles), que hay que atribuir á derrumbamientos se hallan tambien en otros puntos de la sierra de Córdoba, de las que mencionaremos aquí sólo las más características: la gran depresion entre Deán Funes y Sarmiento, que sigue el ferro-carril á Tucuman, el valle de la Punilla con su continuacion al Norte y al Sur, el valle del rio San Cárlos (departamento Cruz del Eje y Minas), y la gran depresion entre Sierra Alta y Sierra Chica y su continuacion al Sur, que está ocupada por los afluentes del Rio 2° y del Rio 3° (rio Anisacate en parte, rio Reartes, rio Santa Rosa, rio del Sauce en parte). Tambien á esta clase pertenece la gran depresion entre la sierra de Córdoba y la de San Luis (con Renca, Dolores, Santa Rosa) y no será difícil encontrar la misma direccion de rios en la sierra de San Luis.

Estos pocos ejemplos bastan á demostrar que el relieve de nuestra region de minas no es local, sinó que se extiende á la sierra entera.

Si bien despues de algunos decenios será recien posible conocer sobre la base de investigaciones topográficas y geológicas, que siempre deben completarse hasta en sus más finos detalles el relieve de la sierra de Córdoba como expresion de procedimientos geológicos, la siguiente investigacion de las minas de Wolfram proyectará á lo menos alguna luz sobre esta interesante cuestion, demostrando al mismo tiempo la íntima relacion que liga la geología práctica á la científica.

El terreno arcaico, que forma casi en todas partes la sierra de Córdoba, se compone en nuestra region al Este principalmente de gneis gris, al que siguen pizarras hornblendíferas, cambiando con gneis y micacita.

La cumbre está ocupada por granito de grano grueso ó fino, á veces porfiroide.

El rumbo general de los estratos es N. á S. (más exacto NNE-SSO), la inclinacion hácia el Este; sin embargo hay excepciones, habiendo constatado, pero sólo localmente, tambien inclinacion hácia el Oeste.—En el trayecto de El Sauce hasta las minas, aparecen, como en muchísimos puntos de la sierra observados, filones de cuarzo y de pegmatita, y especialmente los primeros son visibles á cada paso, sea formando « Cerritos blancos » sea destacándose bien en forma de murallas ó de fajas blancas. Notable es que hay filones de pegmatita, con preferencia en la region oriental, compuesta de gneis gris, mientras al Oeste el material granítico de las vetas es en general de grano más fino.

Los filones de cuarzo existen numerosos cerca de la cumbre.

Si bien las minas—sus nombres son: San Virgilio, Santo Tomás, Fischer y Santa Bárbara — presentan á primera vista un aspecto muy diferente, despues de fijarse un poco en ellas, se ve que forman un conjunto armónico, un cuadro tan claro, como pocas veces se ofrece en la naturaleza, sin que la mano del hombre haya intervenido por laboreos.

Voy á empezar aquí con la mina más importante, *San Virgilio*, en la que tambien se ha descubierto el mineral.

La mina está situada en la pendiente oriental del arroyo de la Puerta, en una altura de 1700 m. En la superficie se destaca aquí un filon de cuarzo ferruginoso de cerca de $^1/_2$ m. de ancho y casi con rumbo N. á S., corriendo bien visible á 1500 m. Hácia el Norte se pierde completamente, al Sur parece continuarse hasta el granito del cerro Aspereza.

Una inspeccion detallada del filon, demuestra que se trata de una veta en forma de manto, incluida entre capas de gneis (es decir la veta tiene la misma corrida é inclinacion de los estratos del gneis) con una formacion de ramas, (guías, Trumm) muy evidente.

Su inclinacion, donde sale al sol, es cerca de 50° hácia el Este, sin embargo se aumenta, segun dicen, en la profundidad.

En la pendiente (caja de arriba) se encuentra gneis gris de ojos, que en longitud de cerca de 100 m. atraviesan en ángulo obtuso tres ramas de cuarzo de espesor insignificante (2 á 10 cm.) que parten del filon principal. El más imporportante de ellos continúa visiblemente algunos cien metros, casi hasta en el granito del cerro Aspereza.

Una destruccion extensiva de la pendiente (caja de encima) bajo formacion de ramas no se puede notar; los estratos del gneis están desarrollados contínuamente, siendo el filon del cuarzo separado bruscamente del gneis ó por intermedio de una incrustacion de mica.

En la superficie, el filon del cuarzo tiene un ancho de cerca 30 cm., sin embargo varía mucho, y en una profundidad de cerca de 25 m., reconocida por un pique, tiene un espesor de 2 á 3 m.

Mientras en la pendiente del criadero se nota bien visible una salbanda (caja), ella falta completamente en el yaciente.

Ya en una distancia de cerca de 10 m. de la pendiente se hallan pedazos angulosos de gneis, continuándose así hácia el Oeste en considerable trecho (sin límite fijo segun mis observaciones). Muy bien visible es el destrozamiento del gneis, por las ramas (guías) de cuarzo, en el socavon que han hecho en la pendiente del arroyo Portezuelo, contra el filon. Tambien en las formas superficiales se nota el destrozo.

La piedra predominante, que forma los pedazos angulosos, es idéntica á la de la pendiente; sin embargo parecen encontrarse tambien otras variedades.

Ramos de cuarzo del yaciente, de alguna importancia y visibles en la superficie, he visto sólo uno en la region explorada, que corre con direccion NO. hácia el granito de la altiplanicie « La Mesada », y en la que está situada la mina *San Francisco*, ya abandonada. Indudablemente hay más de ellos.

La ganga de la veta principal en *San Virgilio* es cuarzo en masa, pero tambien en parte cristalizado.

En él se encuentra la *Wolframita* en manchas hasta $^1/_2$ cm^3. Pero tambien hay el mineral en contacto directo con el gneis, como con cada uno de los minerales abajo mencionados.

Nunca lo he visto cristalizado, ni con pocas caras.

Si bien el cuarzo forma la masa principal de la veta y de las guías, hay en distribucion irregular varios otros minerales, de los cuales predomina ora el uno, ora el otro.

Arriba ya he mencionado la *Mica*, que en textura escamosa incrusta el gneis, siendo sus escamas perpendiculares á éste.

Tambien dentro de la veta se halla, encerrando muchas veces con textura crustácea-concéntrica-fibrosa fragmentos del gneis, apatita y wolfram.

Drusas de mica no son raras, ó la mica forma con cuarzo masas de grano muy fino de aspecto granítico.

Muy notables son, dentro de cuarzo, manchas de una variedad de Moscovita, muy poco escamosa, casi granulosa, de color gris-blanco y de poca dureza, la que quizás se puede comparar con la *Sericita* ó *Damourita*.

En cuanto á la masa, sigue al cuarzo la Apatita, embutida en pedazos grandes en cuarzo ó incrustada de Mica escamosa.

Entre los minerales metálicos predomina, además del Wolfram, *Pirita de cobre*, en parte descompuesta en hierro pardo ocráceo y con preferencia acompañada de la variedad citada de Moscovita, pero tambien diseminada en cuarzo y á veces en las zonas marginales de pedazos de wolfram, donde estos lindan con cuarzo, muy rico de pirita de cobre.

Covelina acompaña á veces la pirita de cobre, especialmente en drusas de Moscovita granulosa, revistiendo esta en capitas delgadas.

De minerales de Cobre resta mencionar la *Stilpnosiderita de cobre*, pero es realmente rara.

El más interesante mineral, á lo menos para los mineralogistas de la República Argentina, por ser la primera vez que ha sido encontrado en este país, es la *Molibdenita*, compañera fiel de la Wolframita; casi siempre ella se encuentra junto con la variedad de Moscovita, ya mencionada, pero tambien dentro del cuarzo.

De formacion secundaria, en el afloramiento de la veta, se encuentran : *Malaquita, Azurita, Hierro pardo* mezclado con *Silicato de cobre*, *Scheelita* (con cobre en incrustaciones muy delgadas) y *Ocre de Molibdeno* (no puro) *sobre* Molibdenita.

Mientras el reconocimiento de la naturaleza del criadero en la mina San Virgilio es algo difícil por el gran destrozamiento en el yaciente (formacion de guías) la mina *Fischer*, en el ángulo entre los arroyos Aspero y del Rodeo de los caballos, facilita un concepto más claro.

Una série de vetas paralelas de cuarzo, de espesores que varían desde un metro hasta algunos centímetros, tienen en una distancia de 300 á 500 m. la misma corrida é inclinacion, que las pizarras hornblendíferas y el gneis que las encierra, perdiéndose, como parece, al Norte.

Hácia el Sur se levanta, en la corrida de las vetas, en la cercanía inmediata de la mina Fischer, el Cerrito Blanco, un piton (criadero irregular) de cuarzo de más de 60 m. de ancho. Este gran ensanchamiento de vetas de cuarzo— pues no existe otra explicación — está aparentemente en relación con un piton de granito que se encuentra cerca del Cerrito Blanco y del que salen apófisis dentro de las pizarras. Tales apófisis graníticas he observado tambien en el camino á Sauce, entre arroyo de los Caballos y Cuchicorral.

La veta (en forma de manto) del cuarzo, en la mina Fischer, alcanza 1 á 2 m. de espesor, encerrando cerca de la pendiente, donde está muy porosa, *hierro pardo y hierro rojo lo más ocraceo.* Además de estos, hay *pirita de hierro y de cobre* en cuarzo, como tambien *Markasita* radiosa y pectiniforme.

Guías de cuarzo, que pasan del filon principal en la pendiente y yaciente, existen tambien aquí, sin embargo son raras. Notable es que la veta de cuarzo junto con el gneis y las pizarras hornblendíferas que la encierran, son muy poco inclinadas en comparacion con los otros estratos de pizarras de las inmediaciones y á más, que algunas capas de pizarras hornblendíferas cerca de la mina tienen inclinacion hácia el Oeste, contra lo general. Estas dislocaciones hay que referir evidentemente á la erupcion del granito.

Un otro tipo de criadero, como los anteriores, existe en *Santo Tomàs*, una mina situada cerca de una legua al Oeste de San Virgilio, casi en la cumbre de la sierra.

Aquí, vetas de cuarzo de espesor variable (hasta cerca de $^1/_2$ m.) y de diferente rumbo (lo más es SSO) están encerradas en granito de grano medio con feldespato rojizo y blanco y á veces porfiroide. Las vetas de cuarzo están interrumpidas en general bruscamente contra el granito, muchas veces por intermedio de una capita de mica ; sin embargo, el granito es muy rico de cuarzo y pobre de feldespato en la zona del contacto. La longitud de las vetas parece ser muy considerable, siendo posible seguir algunas de ellas hasta algunos cientos de metros.

Parece que hay muy poco Wolfram, por lo que se ha constatado en una picada de cerca 1 $^1/_2$ m. de profundidad y unos 80 m. de largo. Por esta razon están ya por abandonar la mina. El laboreo tendrá aquí una gran dificultad á causa de las aguas que pronto llegan en esta altiplanicie de granito casi pantanosa.

Además del wolfram, están diseminados en el cuarzo: *Apalita*, *Pirita de cobre* y *Molibdenita*.

Si por la naturaleza mineralógica de las vetas y por encontrarse ellas juntas en la misma region, se puede suponer ya una relacion entre las vetas (en forma de mantos), pertenecientes al sistema arcáico y las vetas dentro del granito, queda fuera de duda por las relaciones existentes en la *mina Santa Bárbara*, en el ángulo entre arroyo La Bolsa y arroyo del Rodeo de los Caballos, donde los dos tipos están unidos como en los célebres criaderos de Geyer en Sajonia.

Una veta de cuarzo de cerca de 25 m. dentro de granito con rumbo SSO. (más ó menos) — en el granito hay un sinnúmero de guías muy delgadas y en el cuarzo del filon principal hay manchas de material granítico — continúa directamente en pizarras hornblendíferas, en parte muy rica de Epidota.

Así se relacionan indudablemente tambien los criaderos de San Virgilio y de Fischer; si no ellos mismos, á lo menos sus ramas continuarán hasta el granito.

Vetas de piedra cornea, dentro del granito, se destacan en cercanía inmediata de la mina San Virgilio en el cerro Aspereza, y digno de ser mencionado es un filon de cuarzo y piedra cornea con wolfram en partículas y *Espato de Fluor*, en el camino entre San Virgilio y Arroyo Aspero.

El Espato de Fluor está irregularmente diseminado en el cuarzo ó *alterna con capitas de cuarzo*, teniendo en este caso siempre estructura fibrosa.

Filones y venillas de granito de grano diferente del que los encierra, hay en el granito de La Mesada. Apófisis de granito entre gneis y pizarra hornblendífera se encuentran, como las ya mencionadas, en la cercanía de la mina Fischer, y no puede existir duda, que se trata aquí de verdaderas apófisis.

Masas graníticas accesorias, entre pizarras, se hallan en otros puntos más en el camino de las minas á Cuchicorral; sin embargo aquí se puede decir, si son apófisis ó producidas por secrecion.

Sumamente rica de vetas de pegmatita, dentro del gneis, es la region oriental entre arroyo Cuchicorral y Sauce.

Orígen de los criaderos

Resumiendo lo que antecede, resulta claramente que el padre de los criaderos de wolfram es el granito. A su salida, precede sin duda la formacion de grietas que el sistema arcáico, etc., dividió en pedazos al tiempo del principio de la formación de la sierra de Córdoba.

Pero, entiéndase bien, los dos procedimientos: formación de grietas y salida de la masa granítica, no son separados por gran espacio de tiempo, se han producido casi simultáneamente, habiendo sido naturalmente las grietas un producto de la fuerza expansiva del granito, que estaba en movimiento del interior de la tierra hácia la costra sólida. En qué tiempo cayó la erupción del granito, no está constatado hasta hoy y me parece serlo imposible en nuestra sierra.

La direccion de las grietas no se puede determinar bien, pues nuestros conocimientos en cuanto á la sierra de Córdoba son bastante embrionarios. Será indispensable aquí una investigacion geológica minuciosa y al mismo tiempo, el levantamiento de un mapa topográfico en escala conveniente á este objeto.

Habiendo salido las masas graníticas por grietas, podría suponerse como posible la determinacion de sus direcciones, observando la extension lineal de esas masas; pero creo que esto no siempre será posible, pues el granito se encuentra en forma de pitones sobre las grietas y de estas no todas contínúan generalmente en grandes distancias.

Sin embargo, tomando lo expuesto en consideracion, se reconoce bien en algunos casos la direccion SSE-NNO representada en la extension de las masas graníticas. Aquí hay que mencionar en primer lugar el hilo granítico de la region de las minas, luego el granito en la gran depresion entre Santa Rosa y Sauce, el de la sierra de Guasapampa y las localidades más al Sur de esta sierra (Altautina), como tambien el granito de la parte setentrional de la Sierra, al Norte de Totoral, y las masas graníticas centrales (Champaqui), Sierra Achala, siguen probablemente las mismas direcciones, aunque aquí no salta á la vista por la formacion de pitones. Muy característica es la direccion en la sierra de San Luis en una zona entre Quinés y Cerro Morro. Saldría de los límites de este trabajo citando más ejemplos de otras partes de la República.

Arriba hemos mencionado las cadenas paralelas y depresiones (valles) que con rumbo SSE-NNO componen la parte oriental de la Sierra de Córdoba. Tambien aquí pueden acumularse con facilidad los ejemplos, como lo demuestra una mirada á la direccion de muchos ríos y cadenas de la parte Nord-Oeste de la República. Estas cadenas determinan completamente el relieve de nuestra Sierra y evidentemente resalta esto en la region de las minas.

Ahora bien, no puede caber duda de que este relieve está en íntima relacion con aquellas grietas.

Las erupciones de granito han tenido lugar especialmente en una grieta principal, que coincide más ó menos con la region ocupada hoy por la cumbre de la sierra — pero tambien ha salido sobre otras grietas — y simultáneamente con ellas sufrieron hundimientos (saltos) ciertas zonas encerradas por grietas. Otras partes experimentaron por la erupcion del granito un levantamiento ó una alteracion en su posición, en el sentido que al Este de la zona del levantamiento, los estratos se inclinaban hácia éste, mientras que al Oeste estos estaban limitados por saltos, resultando así una pendiente oriental suave y una occidental escarpada: el relieve de la Sierra de Córdoba.

El derrumbamiento más grande coincide con la escarpada pendiente occidental de la sierra. Aquí, al Oeste de la grieta más importante se hundió una zona muy vasta, resultando así la interrupcion de las regiones de las sierras de Córdoba y de San Luis y la independencia topográfica de las dos sierras.

En la region de las minas, está situada una grieta bien visible entre arroyo del Portezuelo y río Cuchicorral, caracterizada por una depresion, que está limitada hácia el Este por la pendiente rápida de una cadena.

Las depresiones respecto á las cadenas, paralelas entre sí, que siguen al Este, son de menor extension.

Ahora bien, si una zona de la costra sólida experimentó por formacion de grietas un despedazamiento y se hundieron otras, entónces partes de las zonas no hundidas (paradas), como columnas enormes, por estar alterado el equilibrio, tuvieron que ponerse en movimiento á lo largo de sus planos (SSO-NNE) de estratificacion, hácia la depresion producida por el hundimiento, resultando por este movimiento otra vez un destrozamiento parcial de los estratos.

Tal destrozo tuvo que alcanzar su máximo, en la zona donde dos movimientos se sucedieron en sentidos opuestos. es decir, donde las partes que se bajaban en direccion de la inclinacion de los estratos, llegaban en friccion con los que subían, levantadas por la erupcion del granito. Este caso está representado en la mina San Virgilio en la zona de contacto del granito y del sistema arcáico y en menor escala en las minas Fischer y Santa Bárbara.

Además, resulta con claridad, que al despegarse los estratos se produjeron cavidades, especialmente donde los estratos experimentaron un destrozo.

En estas cavidades entraron las disoluciones de minerales, las que juntas con el granito subieron de abajo, produciendo así las vetas de cuarzo con el wolfram y los otros minerales (algunos de ellos, por ejemplo el hierro rojo, pardo, etc., son de orígen secundario). Con esto hemos llegado á una explicacion, creo, bastante satisfactoria del orígen de nuestras *« vetas en forma de mantos con guías »*, ellas pertenecen, pues, á la clase de las *« vetas de dislocación »*. Además, hemos conseguido una idea general sobre los agentes que han actuado en la formacion del relieve de nuestra sierra.

En cuanto á las vetas de cuarzo dentro del granito, que están en íntima relación con aquellas, hay sólo una explicación posible. Durante y despues de su salida, las masas graníticas tuvieron que enfriarse, dando como resultado la formacion de *«grietas de contracción »*, en las que entraron tambien disoluciones acuosas de cuarzo y de los otros minerales, como en las vetas de dislocación.

Yo digo disoluciones acuosas, pues no es aceptable la suposicion de que material ígneo-fluido hubiese llenado las grietas. En contra de esta suposicion estaría la naturaleza total delas vetas y principalmente la circunstancia de que la mica se encuentra en forma de incrustaciones concéntricas, como tambien la naturaleza de las vetas de cuarzo y espato de fluor arriba mencionadas, en que igualmente los dos minerales están depositados en capitas alternadas.

La mina mejor es la de San Virgilio, en la cercanía inmediata de la masa principal del granito, pues aquí pudieron entrar, por el despedazamiento en el yaciente, grandes cantidades de las disoluciones de minerales.

Al mismo tiempo en que se formaron los criaderos metalíferos, tambien han podido tener lugar inyecciones de material granítico ígneo-fluido entre las pizarras, ó tales vetas graníticas se han formado tambien por disoluciones acuosas. Quizás son del mismo origen (disolucion acuosa) los numerosos filones de pegmatita, lo que me parece muy probable, considerando que vetas de pegmatita juntas con las de cuarzo hay dentro del granito, por ejemplo en la sierra Achala.

Reglas para el minero

1) Criaderos de wolfram pueden encontrarse en la sierra de Córdoba en filones de cuarzo dentro del granito y del sistema arcáico (gneis).

2) En el gneis hay que fijarse, en primera línea, en los filones de cuarzo que están en la zona de contacto del granito con las pizarras arcáicas, como en las vetas en forma de manto dentro de las pizarras arcáicas (gneis, etc.), cuyo yaciente es destrozado (con ramas, guías).

3) En filones de cuarzo lejos del granito hay poca probabilidad de encontrar depósitos ricos de wolfram.

4) El laboreo en la vetas dentro de las pizarras (gneis, etc.) debe ser dirigido hácia el granito.

5) Los trabajos deben iniciarse por piques bastante profundos hechos en la pendiente de las vetas y donde el terreno es adecuado, como lo es en nuestra region, por socavones, lo que se recomienda especialmente en caso de existencia de una série de filones.

Los trabajos hasta hoy ejecutados en las minas no son más que picadas de reconocimiento, de 1 á 2 m. de profundidad, hechas en la corrida de los filones de cuarzo. Solamente la mina San Virgilio hace una excepcion, donde han bajado en la pendiente, un pique de 25 m. de profundidad, y en el yaciente han practicado un socavon de cerca de 40 m. desde la pendiente del arroyo Portezuelo.

Antes de que sean ejecutados trabajos formales, no se puede decir absolutamente nada sobre el valor de estos criaderos, y sin ello la minería no pasa de los tanteos de pirquiñeros. Y sin duda, según este método embrionario, van á laborear más las vetas, es decir, donde se encuentre un criadero del mineral, se lo explotará de la manera más primitiva con combo y punterola, abandonándolo cuando el trabajo en la profundidad ofrezca dificultades que sin capital y sin conocimientos técnicos suficientemente profundos no pueden vencerse.

Tambien la manera de la preparacion mecánica de los minerales (separacion del wolfram de los otros minerales) es la más primitiva que puede imaginarse, perdiéndose así mucho metal.

Sin embargo, hay que tomar en cuenta otros factores más que hacen dudar, sobre si es posible hoy una explotacion lucrativa en gran escala.

Muy poco favorable es, á este respecto, la situacion de las minas. De cerca de 1800 metros de altura, el mineral viene á mula por sendas intransitables en un día á Sauce, de donde lo llevan en carro en 1 $^1/_2$ días á Rio Cuarto, para ser transportado al Rosario y luego á Europa. ¡Cuánto dinero se pierde aquí en fletes!

No se puede pensar por hoy en llevar á las minas máquinas, aunque ellas sean las más sencillas, dadas las distancias y los pésimos caminos. De las dificultades que el transporte de máquinas causaría podemos hacernos una idea, considerando que es ya sumamente difícil llevar á las minas troncos de madera de cerca de 3 metros de largo.

Otro inconveniente muy grande es la falta completa de madera en esta region, indispensable para la fortificacion por enmaderacion.

La única leña que hay es el Tabaquillo (*Polylepis racemosa*), pero tan escasa, que hay que preparar el asado y el puchero con leña de vaca.

Pero esto no obstante, si bien estas minas, como muchas otras de nuestra sierra y de otras regiones de la República, pasarán quizas en olvido, hay que hacer todos los esfuerzos tendentes á cimentar la industria minera y asegurar su existencia.

De empresas privadas solas no se puede esperar el desarrollo de la minería. Los Gobiernos deben apoyarlas por la construccion de caminos y favorecer la de ferrocarriles, atendiendo aquí al mismo tiempo otros intereses, como los de la agricultura, pues un proteccionismo exagerado de la minería tendría probablemente resultados fatales. En esto se necesita tener gran cuidado y prevision para no abrir la puerta á especulaciones nocivas. Para evitar esto, conservar el crédito de la minería, que ya ha perdido mucho por tales especulaciones y hacer una industria sana de ella, hay sólo un camino y este es, en pocas palabras el siguiente: todo gobierno provincial, en que la minería es ó puede ser de importancia, debe crear un departamento de geología y de minas, cuya tarea, en primera línea, sería la investigacion geológica detallada de las sierras y de las minas y el perfeccionamiento de un mapa geológico-topográfico. Tal mapa es indispensable, considerado bajo cualquier punto de vista, como lo han reconocido todas las naciones más adelantadas, creando institutos de ese género.

Pero que no se piense que trabajos exactos y de utilidad de tal naturaleza es posible realizarlos en poco tiempo, años, más decenios se pasarán en ellos y sus frutos, de seguro, no fallarán, aunque la generacion actual no los gozará.

NOTAS MINERALÓGICAS

1. HALOTRICHITA

En viaje de Mendoza al lago Lancar, en 1888, visité los baños de Copahué, situados en el valle del Río Trolope (río Agrio) en la pendiente oriental del volcan Copahué, un poco abajo de su antiguo cráter.

Salen aquí en varios puntos con gran fuerza, por pequeñas grietas en piedra basáltica, vapores de agua muy caliente con gas sulfídrico.

Las aguas forman una laguna baja, en que la mano del hombre ha hecho algunos arreglos muy primitivos de baños calientes.

El suelo, formado por una piedra terrosa, porosa, de color gris-blanco, que se compone de una tierra arcillosa (procedente de la descomposicion del basalto), está cubierto á la orilla de la laguna, en todas partes, por una delgada capa de una eflorescencia (mezclada con azufre) de una sal de sabor de alumbre, el mismo que el de las aguas de la laguna.

La mayor parte de esta substancia recogida, se compone de una masa porosa incolora de cerca de 2 centímetros de espesor y de estructura granulosa, fibrosa, dentro de la cual descubrí con la lente grupos de agujitas muy finas, especialmente en las porosidades.

El analísis (número I) dió para esta substancia una composicion algo diferente de la Halotrichita; sin embargo, es indudable, que las agujitas son de ese mineral, así como tambien la mayor parte de la masa blanca granulosa-fibrosa.

Es posible un contenido de alumbre de hierro.

En otro lugar recogí una eflorescencia no compacta, sinó pulverulenta ó granulosa, sin color, casi pura, y cuya composicion (Analísis II) concuerda casi por completo con la de la Halotrichita. No pude observar cristales en forma de agujas, lo que no es extraño, pues estas se pudieron formar sólo en las porosidades de masas coherentes por tranformacion de la masa granulosa.

Las aguas de los baños de Copahué, cargadas de gas sulfhídrico corren por el arroyo Lio Milio al valle del río Trolope, afluente del río Agrio, revistiendo todos los rodados con una capa de azufre blanca, lo que da al arroyo el aspecto de un hilo de plata entre el lindo verde de *Mire* (*Fagus magellanica*) y la sombra de las grandiosas Araucarias, todo lo cual presenta una vista maravillosa.

Las aguas del rio Agrio, viniendo tambien del volcán Copahué, poseen una transparencia perfecta y un sabor ácido algo astringente, que caracteriza el alumbre, de donde viene el nombre de río Agrio. Las aguas deben estas propiedades sin duda à la Halotrichita, sulfato de hierro y alumbre de hierro, siendo probable un contenido de ácido sulfúrico.

Durante el viaje, tuve la desgracia de que se quebraran las botellas con agua recogida, para el analisis.

Boussingault (*Viajes científicos à los Andes ecuatoriales*) describió ya la Halotrichita del volcan Pasto y aguas ácidas astringentes (con ácido sulfúrico) del río Pasambio ó río Vinagre en Colombia.

Tambien el doctor Federico Schickendantz analizó algunos sulfatos de semejante composicion de la provincia de Catamarca y de la Rioja (*Sobre algunos sulfatos minerales en la República Argentina*, por R. Napp).

Análisis I

$SO_4 H_2$	41.203
$Al_2 O_3$	12.234
$Fe_2 O_3$	6.639
H_2O	40.010
CaO y MgO	Indicios
	100.086

Análisis II

$SO_4 H_2$	35.509
$Al_2 O_3$	13.012
$Fe_2 O_3$	0.681
CaO	0.674
MgO	0.236
$H_2 O$ p. dif.	49.888
	100.000

La cantidad de SO_4 H_2 como tambien de Al_2 O_3 y de Fe_2 O_3 en la substancia impura, es variable. El hierro se encuentra en parte como FeO. Así una parte de la substancia pura contuvo 1.098 FeO. El contenido de agua no fué posible determinar directamente.

2. DIOPTASA

Este mineral, tan escaso y que en estado cristalizado no había sido encontrado hasta hoy en la República Argentina, lo descubrí en la Sierra Chica de Córdoba, como á media legua al Norte de la estancia Chiviquin (río Ceballos), en un filon de cuarzo ferruginoso dentro de gneis.

Está bien cristalizado, en prismas relativamente largos, en combinacion con un romboedro del primer y del tercer órden. El cristal más grande que hallé, medía 12 milímetros de largo por 5 milímetros de ancho. Raras veces los cristales son embutidos en hierro pardo cuarcífero, encontrándose lo más en drusas irregulares ó fasciculadas en forma de delgados revestimientos, existiendo tambien en masas que llenan pequeñas grietas del cuarzo.

El mineral está asociado con cristales de cuarzo, de Linarita, Malaquita, Azurita, Cerusita, con un mineral en forma de agujas muy finas blancas (Aragonita) y con Quieselmalaquita. Probablemente se encuentra más Dioptasa en los numerosos criaderos de cobre de la sierra Chica, habiéndose así encontrado indicios de ella en el «fahlband» de cobre en la mina Tio.

La diferencia en los resultados obtenidos por el análisis de este mineral (Hesse, Lowitz, Vauquelin, Damour, Rammelsberg), me impulsó á practicar á mi vez una investigacion, aprovechando de la gran cantidad de cristales de que disponía, la que me dió el siguiente resultado:

$Si\ O_2$	38.384
CuO	50.674
$Fe_2\ O_3$	0.674
$H_2\ O$ p. dif.	10.266
	100.000

3. COQUIMBITA

Sobre la eflorescencia que contiene la Halotrichita observé una vez, una delgada capita de un mineral escamoso muy fino, cristalino, de color amarillo de limon, muy parecido al Misy del Rammelsberg (Alemania) y á la Coquimbita de Chile. Este mineral está compuesto de ácido sulfúrico y óxido de hierro y se disuelve en parte en agua como el Misy. La cantidad recogida de él era insuficiente para un análisis cuantitativo.

4. VIVANITA Ó TIERRA DE HIERRO AZUL

Ya he hecho mencion de este mineral en mi trabajo «*La cuenca del río Primero en Córdoba*». Se encuentra lo más en la parte inferior de la formacion pampeana alrededor de Córdoba, como tambien en capas superiores dentro de arcilla porosa compacta, en forma de un revestimiento muy delgado, á veces dendrítico, terroso, de color azul-negrusco.

5. ESPATO DE MANGANESO

El Museo Mineralógico de la Universidad de Córdoba posee algunas hermosas muestras de espato de manganeso (juntos con galena y blenda), recogidas por el doctor Stelzner en las gangas de los filones metalíferos de Capillitas, en Catamarca.

Una de dichas muestras contiene á más, algunos cristales lamelares de barita.

El espato de manganeso se presenta en capitas concéntricas ondulosas, diferentes en color, grano y composicion. Algunas partes tienen un grano grueso y están limitadas en las drusas por pequeños romboedros, siendo su color rojizo.

El análisis, cuyo resultado se encontrará más abajo, muestra que esta variedad es una de las más puras encontradas hasta hoy, acercándose en su composicion á la de Kapnik en Hungría (con 89 °/₀ de CO_3 Mn) y á la de Vieille en los Pirineos (con 97,1 °/₀). Sin embargo, el contenido de carbonato de manganeso es muy variable en los distintos ejemplares, encontrándose así capitas muy delgadas de color gris-blanco y textura casi compacta, que separan las capas bien cristalinas, con sólo un 62 °/₀ de carbonato de manganeso.

Análisis I. Agregado arriñonado, sin desarrollo libre de cristales

CO_3 Mn	90.099
CO_3 Ca	3.913
CO_3 Fe	3.614
CO_3 Mg	2.451
	100.077

Análisis II. Agregado con cristales en parte

CO_3 Mn	93.064
CO_3 Ca	2.658
CO_3 Fe	2.843
CO_3 Mg	2.106
	100.671

Córdoba, Julio de 1891.

CONTENIDO DE LA PRESENTE ENTREGA

PARTE CIENTÍFICA

Páginas

OSCAR DOERING. — El período diurno y ánuo de las tormentas, en Cordoba.. 5

GUILLERMO BODENBENDER.— La llanura al Este de la sierra de Córdoba. Contribución á la historia del desarrollo de la llanura pampeana.. 21

OSCAR DOERING. — La insolación en Cordoba. Resultados correspondientes al quinquenio 1889-1893...................... 55

GUILLERMO BODENBENDER.— Los criaderos de Wolfram y Molibdenita de la sierra de Córdoba. Comunicaciones mineras y mineralógicas 93

BOLETIN

DE LA

ACADEMIA NACIONAL DE CIENCIAS

EN

CÓRDOBA

(República Argentina)

Diciembre de 1894. — Tomo XIV
Entrega 2ª

BUENOS AIRES
IMPRENTA DE PABLO E. CONI É HIJOS, ESPECIAL PARA OBRAS
680 — CALLE PERÚ — 680
1894

ACADEMIA NACIONAL DE CIENCIAS

DE LA

REPÚBLICA ARGENTINA (EN CÓRDOBA)

PROTECTOR

S. E. el Presidente de la República, Dr. D. JOSÉ E. URIBURU

PRESIDENTE HONORARIO

S. E. el Ministro de Justicia, Culto é Instruccion Pública, Dr. A. BERMEJO

COMISION DIRECTIVA

PRESIDENTE

Ing. D. Angel Machado

DIRECTORES

Dr. D. Oscar Doering.
Dr. D. Adolfo Doering.
Dr. D. Federico Kurtz.
Dr. D. Arturo de Seelstrang.
Dr. Pablo Cottenot.
Dr. D. G. Bodenbender.

SECRETARIOS

Interno y de actas : **Ing. D. F. Alvarez Sarmiento.**
De correspondencia extrangera : **Dr. D. Federico Kurtz,** bibliotecario.

COMISION REDACTORA DEL BOLETIN Y ACTAS

Dres. Oscar Doering, Adolfo Doering, Arturo de Seelstrang.

COMISION DE BIBLIOTECA

Dres Oscar Doering, Federico Kurtz, Guillermo Bodenbender.

OBSERVACIONES MAGNÉTICAS

EJECUTADAS DE 1884 Á 1888 EN LA REPÚBLICA ARGENTINA Y EL PARAGUAY

CON UN MAGNETÓMETRO DE DESVIACIÓN

Por OSCAR DOERING

La escasez de datos sobre la distribucion del magnetismo terrestre en el continente Sud-Americano ha sido siempre un vacío muy sentido por los hombres de ciencia, y en casi todos los congresos y reuniones de físicos y geógrafos interesados en el desarrollo de esta rama del saber humano, no han faltado voces autorizadas que deplorando esa falta expusiesen la necesidad de proceder á una exploracion magnética, siquiera parcial, de Sud-América.

En cuanto á la parte Nordeste del Brasil, un físico holandés, el doctor E. van Rijckevorsel tiene el gran mérito de haber emprendido y concluido, á su propia cuenta, esa tarea en los años 1880-85 (1), pero en la República Argentina todo había quedado *in statu quo*.

En otra ocasion (2) he dado una breve relacion de las pocas mediciones magnéticas que de paso se habían efectuado en el interior de nuestra República y de los esfuerzos inútiles que de mi parte había hecho para que el Gobierno Nacional destinara algunos fondos á la exploracion magnética, encomendándola á un instituto especial.

---

(1) *Magnetic Survey of the Eastern Part of Brazil* by Dr. E. van Rijckevorsel and Engelenburg. Verhandelingen d. Kon. Akad. van Wetensch. 27ste. deel. Amsterdam, 1890.

(2) Oscar Doering, *Las manifestaciones del magnetismo terrestre en la Provincia de Córdoba.* Este Boletin, tomo XII, pág. 324.

Fracasado el proyecto de la fundacion de un observatorio magnético, no he abandonado ni un solo momento la idea de hacer cuanto estuviese en mi poder, para que desapareciera algo de la oscuridad que reinaba sobre la distribucion del magnetismo terrestre en nuestro país.

Pero las dificultades eran grandes. Si bien sobraba de mi parte buena voluntad y decision, faltaba lo más esencial, los instrumentos, los recursos para emprender los viajes y el tiempo, pues éste se reducía á los pocos meses de vacaciones universitarias.

La Academia Nacional de Ciencias, reconociendo la importancia de la tarea, ha allanado algunas de esas dificultades en cuanto le ha sido posible. La modesta suma que la Ley de Presupuesto asigna á este instituto para exploraciones científicas, no ha permitido costear del todo la empresa: así, como en otras ocasiones, su accion se ha limitado forzosamente á tomar á su cargo una parte de los gastos. Sin embargo, esa ayuda limitada ha permitido hacer las observaciones que se publicarán en los renglones siguientes.

Tocante á la adquisicion de los instrumentos, cumplo con el grato deber de señalar la ayuda eficaz que me ha prestado un miembro honorario de nuestra Academia, el señor profesor Doctor G. NEUMAYER, consejero del almirantazgo y director de uno de los institutos más notables en su género, del Observatorio Marítimo Aleman en Hamburgo. El doctor Neumayer, protector, maestro y consejero tan incansable y entusiasta, como bondadoso de todos cuantos piensan contribuir con observaciones al ensanche de nuestros conocimientos sobre el estado magnético de la tierra, tuvo la deferencia no sólo de eligir los instrumentos adecuados para mi objeto, sinó que los examinó y comparó antes de hacérmelos remitir con precauciones especiales. Me es grato manifestarle aquí públicamente mis más sinceras gracias por esa y numerosas otras atenciones que me ha dispensado en mi tarea.

Una vez provisto de los instrumentos de que haré mencion más adelante, y despues de algunas determinaciones en Córdoba, principié una serie de viajes, largos unos y cortos otros, determinando las constantes del magnetismo terrestre en 27 distintas localidades, de las que algunas se han visitado varias veces. En la mayor parte de estas no se habían hecho nunca observaciones magnéticas. Casi todas están situadas en la República Argentina, sólo dos, Asuncion y Paraguarí, en el Paraguay. Las 25 localidades argentinas se encuentran entre 25° 48′ y 32° 57′ de latitud Sur y entre 58° 12′ y 65° 21′ de longitud Oeste de Greenwich, y se distribuyen sobre las distintas provincias, como sigue:

Gobernacion de Formosa: Villa Formosa.

Corrientes: Corrientes, Bella-Vista.

Salta: Rosario de la Frontera.

Tucuman: Tucuman, Simoca, La Madrid.

Catamarca: Lavalle, San Antonio, Recreo.

Santiago del Estero: Santiago, Loreto, Frías.

Córdoba: Totoralejos, San José, Dean Funes, Cosquín, Córdoba, Río 2°, Laguna Larga, Oncativo, Chañares, Villa María.

Santa-Fé: Rosario, Cañada de Gomez.

LOS VIAJES

No es mi ánimo aumentar con este capítulo la larga serie de descripciones atractivas en que abunda nuestra literatura; descripciones en que la naturaleza y los objetos mirados se presentan al lector bajo la faz de siluetas de contornos indefinidos, mientras que generalmente lo único que se distingue bien es, en marco dorado, el retrato del viajero que nos abre confidencialmente los nichos más remotos del relicario de su alma, fantasía y memoria. Sólo haré, en órden cronológico, la enumeracion prosaica de las localidades que he visitado, é informaré de todo cuanto se relaciona con el objeto científico de estos viajes.

1er viaje : Rosario de Santa-Fé, Asuncion, Paraguarí, Formosa, Corrientes y Bella Vista.

El 22 de Enero de 1885 subí al tren en Córdoba para embarcarme en el Rosario en uno de los vapores que hacen su carrera entre Buenos-Aires y Asuncion. Llevaba en ese viaje los aparatos é instrumentos siguientes necesarios para mis operaciones:

1° Una carpa, libre de fierro, en forma de un cubo de 2 metros de lado, terminado arriba por un techo de dos aguas de 0.5 metros de altura. Se afirma con ocho cordeles de cáñamo en estacas de madera sobre dos palos verticales y una cabecera que desarmados se transportan en seis piezas. Las cuatro paredes laterales, verticales sin inclinacion, se pueden abrir, arrollando la lona hacia arriba, tanto cada una por sí sola, como todas á la vez, en cuyo último caso la carpa se parece á un gran parasol. Esta construccion facilita la ventilacion y permite dirigir visuales á las estrellas desde el centro de la carpa donde se instala el trípode con el instrumento. Su capacidad es suficiente para alojar, cuando el tiempo amenaza lluvia, todo el equipaje y una cama de viaje. Esta carpa, construida según mis propias indicaciones, me ha acompañado en todas mis exploraciones magnéticas, sirviéndome, segun las circunstancias, de observatorio, de habitacion y de dormitorio. Resiste á los vientos fuertes y á la lluvia, y se cierra tan bien que aun cuando el aire esté muy agitado, las oscilaciones de la aguja se pueden observar sin molestia alguna. El peso total de la carpa, incluyendo las piezas de madera y las estacas, es de 20 kilos, y embalado todo, forma un rollo de un metro de largo y treinta y cinco centímetros de diámetro. La puedo recomendar para operaciones semejantes, pues ofrece más ventaja que cualquiera de las construcciones que he visto indicadas para este objeto;

2° Una silla baja de artista ó de pintor, formada de un asiento de cuero sobre tres piés unidos por un triple tornillo de bronce. Desarmada se presenta en forma de un baston grueso de sesenta centímetros de largo. Este aparato ha sido muy útil en las observaciones del sol con el círculo de reflexion;

3° El magnetómetro de desviacion, Bamberg número 1247, acomodado en un baul especial de 47 × 28 × 19 centímetros;

4° Un círculo de reflexion de Sprenger, Berlin, con horizonte de mercurio;

5° Un cronómetro de bolsillo de Lange u. Söhne, Glashütte bei Dresden, número 13373;

6° Un barómetro Fortin, Fuess número 714;

7° Un hipsómetro, Fuess número 55;

8° Un aneroide, formato grande, de Feiglstok en Viena;

9° Un psicrómetro-honda ó rotatorio dividido en semigrados;

10° Efemérides astronómicas (*Berlin Naut. Jahrbuch*) y tablas logarítmicas para el cálculo inmediato de la mayor parte de las observaciones.

Llegado al Rosario supe que el primer vapor había de salir recien el veintiseis y aproveché ese tiempo de espera para hacer una serie de observaciones allí, el 24 de Enero.

Guíado y acompañado por mi amigo, el conocido comerciante señor Guillermo Tietjen, no me fué difícil encontrar un sitio excelente para mi objeto, el campo libre cerca de la Plaza Lopez, entre ésta y la ciudad. El 26 de Enero á las cinco pasado meridiano salió mi vapor, el *San Martín* y llegamos al puerto de Asuncion el 30 á las 10 p. m.

Allí hice las observaciones magnéticas el 5 de Febrero en un paraje muy apropiado, en el banco de la Laguna, al norte de la ciudad, cerca del Cabildo y del nuevo Palacio de Lopez. La carpa distaba más de trescientos metros de cualquier casa.

Era uno de los objetos principales de mi viaje instalar allí un pequeño observatorio meteorológico, para cuya direccion se había ofrecido el señor don Enrique Mangels, consul aleman en Asuncion y uno de los que mejor conocen el Paraguay. Este señor había observado ya algunos años con instrumentos no muy buenos y sin someterse á un sistema riguroso de observacion, prestando, sin embargo, un gran servicio á la ciencia y á su patria adoptiva, pues sus observaciones son todavía la base de la climatología paraguaya. Los instrumentos que le había destinado y que habían salido ya del Rosario antes de mí, tardaban mucho en llegar y no queriendo abandonar el Paraguay sin haber instalado ese observatorio, pasé el tiempo gozando de las delicias de aquella naturaleza encantadora y tomando casi diariamente alturas del sol para estudiar bien la marcha de mi cronómetro. Tampoco dejé de visitar el interior de aquel país, viajando con el ferrocarril á Paraguarí. Allí hice una serie muy completa de observaciones magnéticas el 12 de Febrero en un paraje sumamente favorable y — lo que rara vez me ha sucedido — sin ser estorbado ni interrumpido por curiosos de ninguna clase. Puse mi carpa en el campo libre, á trescientos cincuenta metros del hotel de Don Juan Robelli, en que me había hospedado y que está á inmediaciones — al W. — de la estacion del ferrocarril. La villa de Paraguarí queda como á dos kilómetros más al Sur. Antes de la llegada del tren en que había de volver á Asuncion, en la mañana del 13 de Febrero, pude subir á uno de los pintorescos cerros poblados de vegetacion espesa que flanquean la planicie de Paraguarí. Era el Cerro Negro (Hú), cuya altura determiné — véase los detalles bajo Paraguarí — con el hipsómetro Fuess número 55 en 276^{m}

encima de la estacion de Paraguarí ó en 428^{m} sobre el nivel del mar. Esta cifra es un 7 °/₀ más alta que la que ha determinado Johnston (850 feet = 259^{m}) (1).

Al fin habían llegado los instrumentos que establecí el 21 de Febrero en la estancia del señor Mangels, denominada *Iduna* y situada como á siete kilómetros al E. de Asuncion. Antes de abandonar el Paraguay, pude repetir mis observaciones magnéticas el 23 de Febrero. Esta vez las hice sin carpa, estando el cielo nublado, en el establecimiento (*La Cancha*) de la Sociedad Hípica de Asuncion, situado en los suburbios, al E. de Asuncion: no me fué posible concluirlas, pues algunos aguaceros que sobrevinieron me obligaron varias veces á interrumpirlas.

Recuerdo con placer las múltiples atenciones que me dispensaron durante mi estadía en Asuncion los señores Mangels, Cárlos von Gülich y Ernesto Gruhn.

El mismo vapor *San Martín* me llevó el 24 de Febrero á Villa Formosa, donde llegué en las primeras horas del día 25. Una casualidad me hizo conocer al señor Don Gustavo Bellemare, quien había venido á bordo para despedirse de un amigo. Gracias á la exquisita amabilidad de este señor, me encontré, muchas horas antes de salir el sol, establecido en su habitacion que tenía en una de las casas de la Gobernacion, ventaja muy grande para mi, si se tiene presente que á la sazon no existía hotel en Formosa y sólo algunas pequeñas fondas en que habría sido sumamente difícil encontrar alojamiento. En el terreno cercado de la misma casa hice con toda comodidad tanto las observaciones del sol, como las magnéticas, en los días siguientes.

Ausente el Gobernador titular, la Gobernacion estaba entónces á cargo del sargento mayor señor don Rosendo Fraga, quien secundado por los oficiales del 5° de línea, todos amables, me hizo pasar agradablemente las horas desocupadas que me quedaban hasta la venida de otro vapor. Con placer cumplo con el deber de manifestar aquí públicamente mi agradecimiento por las atenciones y la franca hospitalidad que he recibido de parte de él y del señor Bellemare.

---

(1) *Proceedings of the Royal Geogr. Soc.*, London, vol. XX, pág. 498 y sig.

En la mañana del 1° de Marzo abandoné Formosa en el vapor *Río Uruguay*, llegando el mismo día á Corrientes. Allí pude tomar alturas del sol en el mismo hotel, pero elegí para los trabajos magnéticos la barranca alta del Paraná que está al E. de la ciudad, entre el río y el cuartel: el sitio lleva el nombre de *La Batería*. Mi amigo, el señor Jorge Katzenstein, entónces profesor del Colegio Nacional, me hizo conocer este instituto de enseñanza, del que recibí la impresion de ser un colegio modelo. Concluidas las observaciones el 3 de Marzo y determinado el azimut de mis miras el 5 del mismo mes, me trasladé el 6, en el vapor *Taraguy* á Bella-Vista, donde me alojé en el hotel de Toribio Jara, situado en la esquina SW. de la plaza principal, en cuya huerta espaciosa hice las observaciones el 7 de Marzo.

Estando por terminar las vacaciones, tenía que volver á Córdoba y tomé pasaje en el vapor *Colon* (construido por la conocida casa de E. Schischan en Elbing), pensando llegar pronto al Rosario. El vapor salió el 11 de Bella-Vista, pero recien el 16 llegamos al Rosario, pues á una legua de La Paz, tuvimos la desgracia de varar. Dos días enteros se perdieron en tentativas de poner el buque á flote, al fin, el 15, un vapor de la misma compañía, el *Centauro*, libertó nuestro buque de su peligrosa situacion. El 17 de Marzo estaba de vuelta en Córdoba.

2° Viaje: Cañada de Gomez, Rosario, Villa-María, Laguna Larga

Con los mismos aparatos que había llevado en el primer viaje, salí de Córdoba el 28 de Marzo de 1885, á fin de apro–

vechar para mi tarea las vacaciones que la semana santa ofrecía.

En Cañada de Gomez observé, el 29 de Marzo, parando la carpa en la plaza principal, casi en frente de la iglesia. De allí me trasladé al Rosario para completar y repetir las observaciones que había hecho en Enero.

El 31 de Marzo hice allí, en la misma plaza Lopez, sin carpa, observaciones de la declinacion y deflexion, costándome mucho tiempo y muchos ensayos inútiles en aquel día tan nublado dirigir algunas visuales al sol para la determinacion del azimut. Tomé el tren á Villa Maria el 1° de Abril: estaba lleno de pasajeros que iban á asistir á la inauguracion del ferrocarril á Mendoza, á tal punto que tuve que hacer parado todo el viaje. En Villa-María hice las observaciones magnéticas el 3 de Abril, en el campo, á trescientos metros al Sud de la plaza, teniendo el puente del río Tercero como á seiscientos metros al SW. Concluyé este viaje con mis observaciones en la estacion Laguna Larga, el 5 de Abril de 1885, de donde volví á Córdoba.

3^er^ viaje: *Chañares, Oncativo, Rio Segundo*

Este viaje rápido, de 3 días, estaba dedicado á las estaciones del Ferrocarril Central Argentino: Chañares (24 de Mayo de 1885), Oncativo (25 de Mayo) y Río 2° (26 de Mayo). Los señores jefes de estacion me dieron permiso para establecer muy cerca de las estaciones la carpa que me servía á la vez de habitacion: no eran agradables aquellas noches en que el termómetro marcaba 6° bajo cero. En Chañares observé á 150 metros al Oeste de la estacion, donde había campo baldío. Menos favorable para mi objeto era el sitio que tuve que elegir en Oncativo, en el mismo terreno de la estacion, á pocos metros de distancia al SW de la casa. Lo mismo se puede decir de la localidad que elegí de noche en Rio 2° : terreno de la estacion al NE. de la casa, rodeado de pilas de leña y carbon, en frente del semaforo septentrional de la estacion.

4º viaje: Rosario de Santa-Fé

Teniendo que viajar por asuntos particulares al Rosario, llevé el magnetómetro é hice en la tarde del 28 de Agosto de 1885 algunas observaciones en la plaza Lopez. No había tiempo para tomar alturas del sol, de modo que el azimut se ha calculado con la marcha del cronómetro y la diferencia de longitud entre Córdoba y Rosario.

5º viaje: Tucuman, Rosario de la Frontera

Apenas habían principiado las vacaciones universitarias, cuando hice un viaje al Norte de la República. El 11 y 12 de Diciembre de 1885 observé en Tucuman. Mi jóven amigo, D. Miguel Lillo, profesor de física del Colegio Nacional y sub-director de la Oficina Química Municipal, había puesto á mi disposicion su grande quinta que está al SW. de la ciudad á la distancia de un kilómetro de la estacion del ferrocarril Allí hice mis observaciones.

Aunque mi propósito era visitar las estaciones ferrocarrileras entre Tucuman y Córdoba, acepté, sin embargo, la invitacion de mi amigo Schneidewind, de acompañarle en un viaje. El ingeniero D. Alberto Schneidewind, era entonces director de la prolongacion del Ferrocarril Central Norte, y pensaba hacer un viaje de inspeccion de las obras. Salimos el 14 de Diciembre de Tucuman en el tren, tomando caballos en Rosario de la Frontera, donde dejé mis instrumentos. Visitamos en un viaje rápido todo el trayecto entre Rosario y Chilcas, volviendo el 17 á Rosario. El 18 nos separamos, yendo yo á los conocidos baños termales de Rosario, situados en las montañas al E. de la estacion, donde hice mis observaciones el 19 de Diciembre de 1885. Determiné, de paso, la altura del establecimiento en 100^{m} sobre el nivel de la estacion, que es de 757^{m}, resultando así una altura absoluta de 857^{m} sobre el nivel medio del Rio de la Plata enfrente de Buenos-Aires.

No me era posible observar en una de las estaciones intermedias entre Rosario y Tucumán, pues con urgencia se me esperaba en Córdoba.

6º viaje: Simoca, La Madrid

El 22 de Enero de 1886 estaba otra vez en Tucumán, donde hice sólo determinaciones del tiempo, yendo en la tarde del mismo dia á Simoca. Allí observé el 23 de Enero en el patio de una casa de comercio que está á 100 metros al W. de la estación. Tenia á 8 metros al ESE. la cocina de la casa, que contenía muy pocos aparatos de fierro.

Acompañado de un fuerte aguacero llegué á La Madrid en la noche del 24 de Enero. A causa de esa lluvia perdí dos dias, pues todo el terreno cerca de la estacion estaba inundado. En estas circunstancias—la lluvia duró 2 dias y medio—se habrían inutilizado mis instrumentos, si el señor Berry, jefe de la estacion, no me hubiese ofrecido su hospitalidad. Le manifiesto aquí mi más sincero agradecimiento por los servicios que me ha prestado con todo desinterés. El 17 de Enero, al fin, pude parar mi carpa y principiar las observaciones que concluí el 29 de Enero. Las hice al SW. de la estacion á 300 metros de distancia. Aquí me alcanzó un telegrama que me comunicó enfermedad grave en mi familia, obligándome á volver precipitadamente á Córdoba.

7º viaje: Lavalle, Frias, San Antonio, Recreo, Totoralejos.

Continué el viaje interrumpido el 17 de Febrero de 1886, fecha en que llegué á Lavalle. Observé allí los dias 17 y 18 á

300 metros al SW. de la estacion y á 45 m. de distancia de los rieles, y fuí en la tarde del 18 á Frías, donde permanecí observando del 19 al 21 de Febrero. No encontrando en la misma poblacion de Frías un local conveniente para mis observaciones, me trasladé á 2 kilómetros al S. de la estacion, poniendo la carpa á inmediaciones del puente sobre el rio Albigasta. El tren de la tarde me llevó el 21 á San Antonio. La estacion queda situada en un lugar llamado antes San Pablo, y fué trasladada acá de la poblacion San Antonio, que está situada 7 á 8 kilómetros más al S.

El jefe de la estacion, señor Dante Bizcardi, con quien tenía relaciones amistosas hacía tiempo, me colmó de atenciones y me dispensó una hospitalidad tan agradable que sus recuerdos no se borrarán jamás de mi memoria. Vivía allí en una casa recien construída, sin fierro, en frente de la estacion y pude colocar la carpa á su lado, de modo que me separaba de los rieles una distancia de 40 metros y la casa de la estacion quedaba á 200 metros al NW. Las observaciones se hicieron el 22 y 23 de Febrero y en la tarde del último dia tomé el tren á Recreo. Allí hay campo abierto al E. de la estacion, entre ésta y la «sierra» de Recreo, donde no hay estorbo ni influencia locales: observé á una distancia de 500 metros de la estacion y á 100 metros á lo menos de las casas más próximas. Despues de concluídas mis observaciones en los dias 24 y 25, llegué el 26 temprano á Totoralejos, estacionándome á 200 metros al NW. de la estacion y dedicando el 26 y 27 de Febrero á las determinaciones magnéticas. Los dos señores que en esta apartada localidad me han prestado muchos servicios, don Francisco Zambelli y don José Cabrera, ya no pueden recibir el testimonio de mi gratitud, uno y otro han fallecido entretanto. El 28 de Febrero volví á Córdoba.

8º viaje: San José, Dean Funes

Para esta excursion había destinado la semana santa del año 1886 y pensaba recorrer las estaciones del Ferrocarril Central Norte situadas entre Totoralejos y Córdoba. El mal tiempo que me acompañaba, días de garúa y neblina, y que me obligaba á pasar muchos dias sin poder tomar observaciones del sol, hizo que sólo dos estaciones, San José y Dean Funes, fuesen visitadas. En San José estuve desde el 20 de de Abril hasta el 25; en Dean Funes del 25 al 28 del mismo mes.

El inclinatorio me había dado en los últimos viajes mucho trabajo, pues se notaba poca concordancia en las lecturas. Suponía que los ejes sumamente delicados de las agujas de inclinacion estaban torcidos, aunque no recordaba incidente ninguno en que esa desfiguracion podía haberse producido. Llevé entónces conmigo un inclinatorio distinto, Adie número 62, con dos agujas marcadas 20 y 21. Este instrumento es de los que se llaman modelo Kew y había servido para las determinaciones absolutas de la inclinacion en la Expedicion Antártica Alemana que había observado en Georgia del Sur.

En San José vivía en la carpa á 300 metros al E. de la estacion. El señor don Benito Ortíz, jefe de la estacion, hacía todo lo posible para que las numerosas horas que tuve que pasar sin hacer nada, fueran menos fastidiosas. Dias nublados, tambien me impusieron una estadía más larga en Dean Funes, donde observaba á 200 metros al SE. de la estacion. El 28 de Abril estaba de vuelta en Córdoba.

9º viaje: Cosquin

Recien en Marzo de 1887 reanudé mis exploraciones magnéticas, interrumpidas por varios inconvenientes. Pasé los dias 15 á 17 de Marzo en la villa de Cosquin, observando en el espacioso terreno de mi amigo don Federico Dilla. Para el inclinatorio había recibido, entretanto, 2 agujas nuevas, números 3 y 4, del señor Bamberg, y empleaba el número 3 en Cosquin al lado del 2.

10° viaje: Recreo, Santiago del Estero, Loreto

Poco despues aproveché por tercera vez de la semana santa, para extender mis observaciones sobre el ramal del Ferrocarril Central Norte de Frías á Santiago. Teniendo desconfianza en algunas de mis observaciones hechas anteriormente en Recreo, pasé allí los dias 4 y 5 de Abril de 1887, eligiendo para mi objeto el mismo sitio que había ocupado en Febrero de 1886. El 6 de Abril llegué á Santiago del Estero, donde mi amigo Federico Rosenbusch me proporcionó en el terreno de su cervecería un sitio excelente en que puse mi carpa. Este sitio estaba próximamente á 500 metros al W. de la estacion del ferrocarril, quedando la catedral al ENE. á una distancia de 1 $^1/_2$ kilómetros. Las observaciones en Santiago me ocuparon del 7 al 11 de Abril y son las más completas, exactas y numerosas que he podido practicar en mis viajes. El mismo cuidado dediqué á las que hice en seguida en la estacion Loreto, del 12 al 15 de Abril. Aquí me establecí con mi carpa en el campo abierto al SW. de la estacion, retirado de los rieles: no había curiosos que me interrumpiesen, la plaga más grande en observaciones magnéticas, ni mi tiempo tenía que dividirse entre la ocupacion científica y los deberes que la hospitalidad tan generosamente brindada en este país impone al viajero, generalmente á costa y en perjuicio de las tareas científicas.

Con esta excursion se concluyeron mis viajes con el instrumento Bamberg 1247, pues recibí pronto otro magnetómetro de más precision, Bamberg número 2597, que desde entónces me ha servido en las exploraciones magnéticas.

COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Para nuestro objeto, los mapas existentes dan las coordenadas geográficas con una exactitud suficiente. En algunos casos, desconfiando de las indicaciones de los mapas, se ha determinado la latitud por observacion de alturas circunmeridianas del sol, pero no han resultado diferencias notables de las posiciones dadas por los mapas. En otros casos me he convencido de esa concordancia, calculando la latitud con las alturas correspondientes del sol que había tomado para la determinacion del tiempo.

Pues para alturas iguales es $\varphi = D \pm \gamma$ (1), suponiendo

$$\operatorname{tg} D = \frac{\operatorname{tg} \delta}{\cos \frac{1}{2} \lambda} \qquad \text{y} \qquad \cos \gamma = \frac{\operatorname{sen} h \operatorname{sen} D}{\operatorname{sen} \delta}.$$

En esas ecuaciones es λ la diferencia de los ángulos horarios, tomando en cuenta la marcha del cronómetro, ó

$$\lambda = (T_1 - e_1) - (T - e) + (\Delta T_1 - \Delta T),$$

siendo e_1 y e la ecuacion de tiempo correspondiente á los momentos T_1 y T, y ΔT_1 y ΔT las correcciones del cronómetro en los mismos momentos.

La longitud se ha derivado, algunas veces, comparando el tiempo local con el de Córdoba: tampoco he encontrado diferencias dignas de notarse.

Las alturas desconocidas de algunas localidades han sido medidas y calculadas por primera vez: reclamo la prioridad para Rosario de la Frontera (los baños) y Cosquin.

---

(1) Véase Chauvenet, *Manual of Spher. and Pract. Astronomy*, volúmen I, § 182, fórmula 326.

DETERMINACION DEL TIEMPO

Como se verá más adelante, el método que he empleado sin excepcion en la determinacion del azimut de las miras implica el conocimiento exacto de la correccion del cronómetro. De consiguiente, la determinacion del tiempo ha sido una de las tareas más importantes en mis excursiones y se ha empleado en ella el mismo tiempo ó más aún que el que es requerido para practicar las observaciones puramente magnéticas.

Rara vez he llevado en los viajes mi cronómetro de marina, Bröcking 1024, y aún, cuando éste me acompañaba, me he servido en casi todas mis observaciones de un cronómetro de bolsillo, de muy buena calidad, que bate 0^s2. Es de la fábrica de A. Lange u. Söhne, Dresdener Glashütte, número 13373, y se llamará en adelante sencillamente *Glashütte.*

En los viajes en que tenía los dos, el reloj Glashütte servía sólo de reloj intermediario ó de interpolacion durante las observaciones de tiempo ó de azimut, pero en muchas exploraciones el reloj Glashütte ha sido el único medidor de tiempo y no tengo motivo para estar descontento con los resultados que me ha dado. Además, un cronómetro de marina es un compañero que necesita atenciones muy solícitas que no se pueden encargar á personas inexpertas.

El cronómetro Bröcking había figurado en una de las exposiciones de cronómetros que anualmente suelen observarse en el observatorio marítimo aleman de Hamburgo y á los que los fabricantes, compitiendo unos con otros, mandan los mejores productos de sus talleres. Por meses enteros se examina allí escrupulosamente la marcha de cada uno con variacion de la temperatura y se publica el resultado del concurso.

Durante las exploraciones se llevaba el cronómetro bien acondicionado en una caja acolchonada que disminuía mucho las influencias de la temperatura. El cronómetro de bolsillo se ha guardado siempre, de dia y de noche, en la misma posicion, vertical.

Las alturas del sol, — no se han observado otras estrellas en los viajes — se han tomado con un círculo de reflexion de Sprenger, Berlin, de 16 centímetros de diámetro y cuyos dos verniers aprecian 20″. Era propiedad de la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas de la Universidad Nacional de Córdoba Gabinete de Topografía). La rectificacion del instrumento la hacía cada vez antes de salir á nuevos viajes y el único error que quedaba sin corregir, el del 0 ó del índice, se ha determinado generalmente antes ó despues de una observacion ó las dos veces.

Un detenido exámen prévio del horizonte artificial de mercurio dió por resultado que no era necesario distinguir entre los dos cristales plano-paralelos que forman el techo del horizonte.

Al principio empleaba el método de alturas singulares, más tarde se han observado alturas correspondientes del sol. En efecto, las condiciones climatéricas de nuestras zonas son sumamente favorables al uso de ese método más ventajoso: escasos son los días en que el grado de nebulosidad del cielo no permita observar por la tarde las alturas correspondientes necesarias. Cuando las nubes se oponían á esas observaciones, se han medido, al menos, alturas desiguales ó casi iguales del sol, calculando por la fórmula de LITTROW modificada por VON WÜLLERSTORF-URBAIR (¹).

Como se verá más adelante, se ha determinado el tiempo casi diariamente en los viajes, de modo que el estado y la marcha de los relojes eran siempre conocidas con una exactitud más que suficiente.

Presentamos en los renglones siguientes algunos ejemplos

(¹) Véase: *Handb. d. Navigation des Hydrograph. Amts d. Kais. Marine*, Berlin, 2^{te} Aufl., página 293.

detallados, á fin de que se pueda apreciar nuestro modo de observar, así como los métodos empleados en el cálculo.

Para los datos astronómicos se ha consultado el *Berliner Nautiches Jahrbuch*. En las observaciones se encuentran á continuacion de los segundos algunas cifras sin denominacion que significan toques dobles del reloj y de los que cada uno tiene el valor de 0^s4.

No he tenido la ventaja de ser acompañado de un ayudante á quien encargar uno de los múltiples trabajos, yo sólo he observado, he hecho la lectura del instrumento y del reloj, he apuntado las dos y finalmente he ejecutado todas las computaciones numerosísimas que no se han revisado por otras personas.

Cuando se emplee, en lo futuro, la palabra *error del índice* se entiende siempre la correccion que se debe aplicar al cero del círculo, expresando el signo la operacion aritmética á que se ha de someter esa correccion. Anticipo esta explicacion en vista de que la expresion « error del índice » se puede interpretar de dos modos muy distintos y se presta con facilidad á equivocaciones ó errores en el signo.

1. PARAGUARÍ, Febrero 11 de 1885, P. M.

Observación del cero del círculo de reflexión

$\odot|\odot$ $0°29'40'' \,\|\, 60''$ $359°25'20'' \,\|\, 0''$ Corr. del índice $+\,2'30''$

$$\text{Glash :}\quad \left.\begin{array}{lrl} 3^h24^m10^s & -4 & \underline{\odot} \\ 3\ \ 26\ \ 40 & -23 & \overline{\odot} \end{array}\right\} 72°42'20'' \,\|\, 40''$$

$$\left.\begin{array}{lrl} 3\ \ 37\ \ 20 & -8 & \underline{\odot} \\ 3\ \ 39\ \ 50 & -21 & \overline{\odot} \end{array}\right\} 66°47'20'' \,\|\, 20''$$

Barómetro $= 748^{mm}$ Termómetro $= 28°$

$$\text{Cálculo :}\quad \cos t = \frac{\cos z - \operatorname{sen} \varphi \operatorname{sen} \delta}{\cos \varphi \cos \delta}$$

Tiempo =	$3^h24^m8^s4$	$3^h26^m30^s8$	$3^h37^m16^s8$	$3^h39^m41^s6$
Observación =	$\underline{\odot}72^\circ42'30''$	$\overline{\odot}72^\circ42'30''$	$\underline{\odot}66^\circ47'20''$	$\overline{\odot}66^\circ47'20''$
Cor. del índ. =	+ 2 30	+ 2 30	+ 2 30	+ 2 30
Altura h =	36 22 30	36 22 30	33 24 55	33 24 55
Refr. y paral. =	— 1 6	— 1 6	— 1 14	— 1 14
$\frac{1}{2}$ diám. $\odot$ =	+ 16 13	— 16 13	+ 16 13	— 16 13
h correg. $\odot$ =	36 37 37	36 5 11	33 39 54	33 7 28
z =	53 22 23	53 54 49	56 20 6	56 52 32

$\varphi = -25^\circ36'3$ $\qquad$ $\lambda = +3^h48^m40^s$

para 4^h5^m de tiempo medio local

$\delta = -13^\circ45'10''$ $\qquad$ ecuación de tiempo $e = +14^m27^s7$

log sen φ = 9.63 565
log sen δ = 9.37 608.7
log (sen φ sen δ) = 9.01 173.7

log cos φ = 9.95 511
log cos δ = 9.98 736.5
log (cos φ cos δ) = 9.94 247.5

cos z =	9.77 568.4	9.77 012.1	9.74 377.1	9.73 755.9
— log (sen φ sen δ) =	9.01 173.7	9.01 173.7	9.01 173.7	9,01 173.7
log de Gauss B =	0.76 394.7	0.75 838.4	0.73 203.4	0.72 582.2
A =	0.68 186.4	0.67 513.9	0.64 301.7	0.63 537.3
+ log (sen φ sen δ) =	9.01 173.7	9.01 173.7	9.01 173.7	9.01 173.7
log (cos z — sen φ sen δ) =	9.69 360.1	9.68 687.6	9.65 475.4	9.64 711.0
— log (cos φ cos δ) =	9.94 247.5	9.94 247.5	9.94 247.5	9.94 247.5
log cos t =	9.75 112.6	9.74 440.1	9.71 227.9	9.70 463.5

t en arco =	$55^\circ40'51''$	$56^\circ16'47''$	$58^\circ57'55''$	$59^\circ33'53''$
t en tiempo =	$3^h42^m43^s4$	$3^h45^m\ 7^s1$	$3^h55^m51^s7$	$3^h58^m15^s5$
Ecuación de tiempo =	+14 27 7	+14 27 7	+14 27 7	+14 27 7
Tiempo medio local =	3 57 11 1	3 59 34 8	4 10 19 4	4 12 43 2
Tiempo Glashütte =	3 24 8 4	3 26 30 8	3 37 16 8	3 39 41 6
ΔT Glashütte =	$+33^m\ 2^s7$	$+33^m\ 4^s0$	$+33^m\ 2^s6$	$+33^m$ 1 6

Promedio ΔT = $+ 33^m2^s7$ para 3^h31^m9 del reloj (= 3^h53)

2. Cosquin, Marzo 15 de 1887, p. m.

Alturas singulares del sol

$B = 693^{mm}3 \qquad t = 26°0 \qquad \Delta$ cronóm. — Glash. $= + 14^{m}34^{s}9$

$$\text{Glash}: \left.\begin{array}{l} 3^{h}53^{m}20^{s} \;-\; 17.5 \;\overline{\odot} \\ \phantom{3^{h}}56 \quad 0 \;-\; 17.5 \;\underline{\odot} \end{array}\right\} 59°20'0'' \,\|\, 20''$$

$0°30'40'' \,\|\, 31'40'' \qquad 359°26'10'' \,\|\, 30'' \qquad$ Error del índice $+ 1'15''$

$0\ 30\ 40 \,\|\, 31\ 40 \qquad\qquad 25\ 50 \,\|\, 110$

Cronóm. : $4^{h}9^{m}7^{s}9 \;\odot\; 29°40'42''5$ (altura incorr. del $\odot$)

Cálculo : $\text{sen}^2 \dfrac{t}{2} = \dfrac{\cos s \,.\, \text{sen}\,(s - h)}{\cos \varphi \;\text{sen}\, d}$

$$d = 90° - \delta$$

$$s = \frac{\varphi + d + h}{2}$$

$\varphi = - 31°13'30'' \qquad \lambda = + 4^{h}17^{m}52^{s}5 \qquad \delta = - 2°0'32$

Ecuación de tiempo $e = + 8^{m}59^{s}8$

$$\begin{array}{rl@{\qquad}rl}
\varphi = & -31°13'30'' & \log \sec = & 0.06\ 7965 \\
d = & 92\ \ 0\ 32 & \log \text{cosec} = & 0.00\ 0275 \\
h = & \underline{29\ 39\ 22\ 5} & & \\
2s = & 90\ 26\ 24\ 5 & & \\
s = & 45\ 13\ 12\ 2 & \log \cos = & 9.84\ 7814 \\
s - h = & 15\ 33\ 50 & \log \text{sen} = & \underline{9.42\ 8643} \\
 & & 2 \log \text{sen} \dfrac{t}{2} = & 9.34\ 4697 \\
 & & \log \text{sen} \dfrac{t}{2} = & 9.67\ 2348 \\
 & & \frac{1}{2}\, t = & 28°3'\ 7'' \\
 & & t = & 56\ 6\ 14
\end{array}$$

Tiempo verdadero local $= 3^h44^m24^s9$
$e = +\ 8\ 59\ 8$

Tiempo medio local $= 3^h53^m24^s7$
Cronómetro $= 4\ \ 9\ \ 7\ 9$

ΔT cronómetro $= -15\ 43\ 2$

3. Frias, Febrero 21 de 1886

Alturas correspondientes del sol

	A. M. (t_1)	Circ. de refl.	P. M. (t_2)	$\frac{t_1 + t_2}{2}$
Glash :	$10^h\ 9^m30^s8$	$\overline{\odot}$ 112°0′	$2^h17^m25^s6$	$12^h13^m28^s2$
	12 16 4	$\underline{\odot}$	14 39 0	27 7
	14 37 8	$\overline{\odot}$ 114 0	12 19 6	28 7
	17 24 2	$\underline{\odot}$	9 32 0	28 1
	19 46 2	$\overline{\odot}$ 116 0	7 7 4	26 8
	22 35 0	$\underline{\odot}$	4 17 8	26 4
	25 1 6	$\overline{\odot}$ 118 0	1 52 6	27 1
	27 54 4	$\underline{\odot}$	1 59 2 0	28 2
Promed. Glash :	10 18 38 3		2 8 17 0	12 13 27 7
Cron. Glash :	— 1 20 2		— 1 20 1	
Cronómetro :	$10^h17^m18^s1$		$2^h\ 6^m56^s9$	$12^h12^m\ 7^s5$

Semi-interv.: 1^h54^m8 $\delta = -\ 10°24'13''5$ $m = +2608$

Ecuac. de tiempo $= +\ 13^m46^s7$ $\varphi = -\ 28°41'6$

$\lambda = +\ 4^h20^m33^s = 4^h34$

$-\ Am$ tg $\varphi = +\ 7^s9$ $12^h12^m\ 7^s5$
$+\ Bm$ tg $\delta = -\ 2\ 3$ $+\ 5\ 6$

Correc. total $= +\ 5\ 6$ 12 12 13 1 mediodía segun cronóm.
12 13 46 7 mediodía de tiempo medio

ΔT del cronómetro $=\ +\ 1\ 33\ 6$ febrero 21, 12^h md.
ΔT de Glashütte $=\ +\ 0\ 13\ 5$

4. Recreo, Abril 4 de 1887

Alturas desiguales del sol

$$T_1\ (\text{a. m.}) = 9^h 42^m 54^s 0 \qquad \odot\ 38^\circ\ 9'43''\ (h\ \text{corregida}) = h_1$$

$$T_2\ (\text{p. m.}) = \underline{3\ \ 2\ 17\ 3} \qquad \odot\ \underline{37\ 56\ 46}\ = h_2$$

$$T_0 = 12\ 22\ 35\ 6 \qquad \odot\ 38\ \ 3\ 14\ 5 = \frac{h_1 + h_2}{2}$$

$$\tfrac{1}{2}\,(T_1 - T_2) \begin{cases} = 2^h 39^m 41^s 6 \\ = 39^\circ 55' 24'' \end{cases} \qquad dh = 12'57'' = 777''$$

$$\varepsilon = +\,3^m 1^s 6 \qquad \delta = +\,5^\circ 45' 0'' \qquad m = +\,2744''$$

$$\varphi = -\,29^\circ 18\ 54'' \qquad \lambda = +\,4^h 20^m 20^s$$

$$-\,Am\ \mathrm{tg}\ \varphi + Bm\ \mathrm{tg}\ \delta = +\,10^s 1$$

Corrección por alturas desiguales $-\,dt = \dfrac{dh \cos h}{30 \cos \varphi \cos \delta\ \mathrm{sen}\ t}$

$dh = 12'57''$ $\quad \log = 2.89\ 042$
$h = 38^\circ\ 3'14''5$ $\quad \log \cos h = 9.89\ 622$
Compl. $\log 30 = 8.52\ 288$
$\log \sec \varphi = 0.05\ 951$
$\log \sec \delta = 0.00\ 219$
$\log \mathrm{cosec}\ t = \underline{0.19\ 263}$
$\log dt = 1.56\ 385$
$-\,dt = -\,36^s 6$

$T_0 = 12^h 22^m 35^s 6$
Correc. de med. $= +\ 10\ 1$
Correc. $-\,dt = \underline{-\ 36\ 6}$
Med. del cron. $= 12\ 22\ \ 9\ 1$
Ecuac. tiempo $= \underline{+\ 3\ \ 1\ 6}$
$\Delta T = -19\ \ 7\ 5$

LAS OBSERVACIONES DE LA DECLINACION MAGNÉTICA

Descripcion del aparato

Todas las observaciones de que trata este estudio, se han hecho con el magnetómetro de desviacion, Bamberg, nº 1247. Este instrumento, de dimensiones compendiadas, se compone de las siguientes partes principales, necesarias para la determinacion de la declinacion :

1° Una plataforma sobre tres piés, con limbo horizontal y alidada giratoria, la que lleva un pequeño anteojo de pasos, y diametralmente opuesto á éste, dos soportes verticales que terminan en collares para recibir un espejo azimutal plano, móvil al rededor de un eje horizontal. Los dos nonius permiten la lectura inmediata hasta 5′, pero en nuestras observaciones se ha estimado siempre el minuto;

2° Una brújula de declinacion en forma de una caja prismática, cuya tapa cerrada con un cristal se puede atornillar sobre la caja. Esta se coloca y sujeta á la plataforma y tiene en su centro un estilo en que se apoya la aguja. Este centro coincide con el de una graduacion interna incompleta sobre marfil con cuyos ceros, marcados por pequeñas puntas verticales, tienen que enrasar las extremidades de la aguja, coincidencia que se observa con un lente de aumento;

3° Dos agujas marcadas I y II, livianas, de 72^{mm} de largo, 0.8^{mm} de grosor y de 8^{mm} de ancho en la parte central, cuya chapa de cristal se puede atornillar de tal modo al centro de las agujas que éstas se pueden observar con la marca arriba y marca abajo. Cada aguja está provista de una pequeña corredera metálica á fin de equilibrarla (¹).

Puesto que la declinacion magnética es la diferencia angular entre los meridianos astronómico y magnético, cada determinacion de la declinacion se compone de una operacion astronómica, y de otra, propiamente magnética. Conviene tratar cada una por separado.

Determinacion del meridiano astronómico

Careciendo el pequeño instrumento de un círculo vertical,

(¹) Véase la descripcion, con dibujo, en *Handbuch der Nautischen Instrumente*, Berlin, 1882, § 127.

la determinacion más expedita del meridiano es la de medir el ángulo formado por un objeto terrestre — *la mira* — y el centro del sol, anotando el tiempo de las punterías dirigidas hácia el sol y calculando con el ángulo horario de éste y la latitud del lugar su azimut y el de la mira, con lo que está indicado el punto del limbo que corresponde al Norte astronómico.

A fin de determinar el azimut de la mira, se ha procedido, casi sin excepcion, del modo siguiente :

Se han dirigido, generalmente dos veces, visuales al objeto terrestre, observando en las dos posiciones del anteojo para eliminar su error de colimacion, y haciendo siempre la lectura de los dos nonius. Luego se ha observado, intercalando un vidrio azul, en cada posicion (I y II) del anteojo la tangencia del borde derecho é izquierdo de la imágen del sol (☉| y |☉) con el hilo vertical del retículo, apuntando á la vez el instante marcado por el cronómetro en cada uno de esos contactos. En seguida se han repetido las visuales hácia la mira del modo arriba descrito, con lo cual quedan concluidas las observaciones necesarias para la determinacion del azimut.

Cuando el sol está á más de 20° de altura sobre el horizonte, la disposicion del anteojo no permite dirigir las visuales directamente al sol : hay que servirse, en estos casos, del espejo azimutal. Con tal objeto, el observador da la espalda al sol é inclina el espejo y el anteojo hasta que aparezca en el último la imágen del sol. Hecho esto, las visuales se dirigen hácia la imágen reflejada del sol, procediéndose como antes, con la única diferencia de que el número de observaciones se duplica; pues, en la eliminacion del error de colimacion del espejo, hay que hacer las cuatro observaciones en cada una de las posiciones del espejo, que es invertible: marca del espejo arriba, marca abajo.

El ejemplo siguiente que doy con todos los detalles de la observacion y del cálculo correspondiente, ilustrará el órden y método con que se ha procedido casi siempre.

SANTIAGO DEL ESTERO, Abril 8 de 1887 (mañana)

$\lambda = + 4^h 17^m 3^s$ Observ. Nac.
$\varphi = + 27^\circ 48' 2''3$ (Observ. Nac.)

Con espejo azimutal. Reloj : Glashütte.

	POSICION			CÍRCULO HORIZONTAL	
Objeto	del anteojo	del espejo	Tiempo civil	Nonio 1	Nonio 2
Mira	II	—	—	239°53′	54′
Mira	I	—	—	53	54
⊙|	I	I	$8^h\ 2^m 10^s$ — 13.5	238 12	14
|⊙	I	I	3 45 — 17.5	237 23	25
|⊙	I	II	5 40 — 10	17	18
⊙|	I	II	7 0 — 9	40	42
⊙|	II	II	8 40 — 19	28	29
|⊙	II	II	10 0 — 18.5	236 42	43
⊙|	II	I	12 0 — 21	47	49
|⊙	II	I	13 25 — 12.5	0	2
Mira	II	—	—	239 54	54
Mira	I	—	—	53	54

Cálculo

Promedio = $8^h\ 7^m 43^s 9$ ⊙ 337°11′94
ΔT = —16 4 8
Tiempo medio local = 7 51 29 1
Ecuacion de tiempo = + 1 38 0
Ang. horario ⊙ = t = — 4 10 8 9
t en arco = 62°32′13″5 $\delta = + 7^\circ 33' 54''$

$$\mathrm{tg}\ \omega = \frac{\cos n\ \mathrm{tg}\ t}{\mathrm{sen}\ (\varphi - n)} \qquad \text{donde} \qquad \mathrm{tg}\ n = \mathrm{tg}\ \delta : \cos t$$

log tg δ = 9.12 3224 $\varphi = - 27^\circ 48' 2''3$
log sec t = 0.33 6134 $n = 16\ 3\ 54\ 7$
log tg n = 9.45 9358 $\varphi - n = - 43^\circ 51' 57\ 0$

$\log \cos n = 9.98\ 2702$
$\log \operatorname{tg} t = 0.28\ 4210$
$\log \operatorname{cosec} (\varphi - n) = 0.15\ 9287$

$\log \operatorname{tg} \omega = 0.42\ 6199$
Azimut $= \omega =$ 69° 27′ 23
Círculo azimutal = 237 11 94

Norte astronómico — 167 44 71
Mira = 239 53 62

Azimut de la mira = N 72 8 91 E

Constantes y correcciones

El *error de colimacion del anteojo* ha sido eliminado por el modo de observar, sin embargo se ha determinado en Córdoba con toda exactitud. No estando marcado el anteojo, se ha considerado como posicion I á aquella en que se encuentra arriba la ranura del tubo en que corre un tornillo del ocular; la posicion II significa: ranura abajo.

El anteojo vino de Europa con el error siguiente de colimacion, que resulta de treinta observaciones practicadas á propósito:

Posicion I — posicion II = + $4'.90$, error de colimacion: $2'.45$.

Correccion para la posicion I: — $2'.45$.

Correccion para la posicion II: + $2'.45$.

Más tarde rectifiqué este error mediante correccion de la posicion del retículo, pero á pesar de ser el error desde entónces = 0, no se ha dejado de observar siempre en las dos posiciones del anteojo.

El *error de colimacion del espejo* ha sido constante durante todos los años de observaciones y no ha sido corregido en el instrumento.

De trece series de observaciones, en que se dirigían visuales ya á objetos terrestres, ya al sol, ya á α *Canis Majoris (Sirius)*, ha resultado una diferencia entre la posicion I (marca del espejo arriba) y II del espejo (marca abajo) de + 11'76. Luego una observacion hecha en la posicion I del espejo requiere una correccion de —5'88, en la posicion II de + 5'88.

Por lo tanto, si por falta de tiempo ó por otra circunstancia se hubiesen hecho observaciones incompletas, en una sola posicion del anteojo y espejo, tendrán que aplicarse á los azimut determinados, las distintas correcciones que van en seguida :

Para el anteojo	I	y espejo	I....	— 8'33
—	I	—	II....	+ 3'43
—	II	—	II....	+ 8'33
—	II	—	I....	— 3'43

Observo que no ha sido menester emplear alguna de esas correcciones, pues siempre ha habido tiempo para hacer observaciones completas.

La correccion del error que acabamos de tratar, no incluye la de otro que puede presentarse, y que existe en nuestro instrumento : *el de excentricidad del espejo*, cuyo centro, en este caso, no se encuentra en el eje óptico del anteojo, ó lo que es equivalente, no está diametralmente opuesto á éste.

Este error se podría determinar, haciendo alternativamente observaciones con el anteojo y espejo en su posicion ordinaria, y otras en que el espejo ocupe el lugar del anteojo, y vice-versa.

Si bien ese procedimiento no es imposible, dada la construccion del aparato, es, por otra parte, sumamente incómodo, pues en los soportes del espejo falta una disposicion para darle posicion fija al anteojo, que colocado en los collares destinados para el eje del espejo, debe ser sostenido y dirigido con una mano. En vista de esta circunstancia me he abstenido de determinar el error por el método indicado, tanto más, cuanto que las mismas observaciones suministran material suficiente para llegar á un conocimiento exacto del error.

He aquí los detalles del caso:

Para averiguar la correccion absoluta de las observaciones de declinacion practicadas en Córdoba, con el instrumento que nos ocupa, había calculado por interpolacion las declinaciones correspondientes á las épocas de la observacion mia, tomando como datos seguros y corregidos los del Dr. B. A. Gould (1883.5 D = — 12°13'0) y los míos observados con el teodolito magnético Bamberg, nº 2597 (1890.0 D = — 11°45'0). Reuniendo en grupos las observaciones separadas por cortos intervalos, se podían deducir las siguientes correcciones aplicables á mis observaciones con Bamberg, nº 1247 :

	Correccion	
1885 Julio 26	— 21'8	— 20'9
1886 Marzo 23	— 21'1	
— Octubre 3 y 26	— 13'3	
— Noviembre 1º y Diciembre 4.	— 20'8	
1887 Enero 17 y Marzo 11	— 19'9	
1888 Julio 18, 19 y Agosto 2, 16	+ 23'2	+ 22'0
— Setiembre 2, 16 y Octubre 2, 17	+ 21'0	
— Noviembre 5, 18	+ 21'9	

Resulta que los valores de las declinaciones observadas de 1885-87, son en 42'9 más grandes que las practicadas en 1888.

Ahora bien : la primera serie ha sida observada en la quinta Gonzalez (hoy Plaza Juarez Celman), la segunda en la oficina meteorológica, calle Santa Rosa 421.

El azimut de la mira empleada en la quinta de Gonzalez ha sido determinado exclusivamente mediante el espejo azimutal, pues los árboles vecinos ocultaban el sol mientras estaba á poca altura sobre el horizonte.

En la oficina meteorológica, por el contrario, era menester tomar el azimut del sol, cuando éste estaba bajo, y el azimut de la mira calculado sobre mediciones con nuestro instrumento, resultaba igual al que arrojan las observaciones con Bamberg 2597.

Si ese valor de 42'.9 no se hubiese deducido indirectamente habría podido servir para la correccion del error de que se trata aquí. Pero, he preferido determinar su valor exacto con aquellas observaciones en mis viajes y en Córdoba en que se había determinado el azimut con el espejo y á la vez sin él.

Para este objeto tenemos las siguientes diferencias entre el azimut determinado con el espejo azimutal y el que dan las visuales directas al sol :

1. Lavalle, 1886, Febrero 17	+ 48'.47
2. Frías, 1886, Frebrero 20	+ 45'.95
3. Totoralejos, 1886, Febrero 26-27	+ 41'.17
4. Córdoba, 1887, Enero 25	+ 43'.21
5. Recreo, 1887, Abril 4	+ 46'.72
6. Santiago, 1887, Abril 7-9	+ 45'.57
7. Loreto, 1887, Abril 12-14	+ 47'.38
8. Córdoba, 1888, Agosto 15	+ 46'.10
Promedio	+ 45'.6

En resúmen, cuando se haya determinado el azimut de la mira únicamente con el espejo azimutal — el sol á espaldas del observador — hay que aplicar la correccion de 45'.6, sea negativa al azimut ó á la declinacion, sea aditiva á la posicion del sol dada por el limbo,

Todos los valores de la declinacion obtenidos en la quinta de Gonzalez, de Julio de 1885 á Marzo de 1887, con el magnetómetro Bamberg 1247, han de diminuirse en la cantidad de 45'.6.

Error probable de la determinacion de un azimut

Este error, expresion del grado de precision de las determinaciones del azimut de las miras, depende en primera línea del grado de exactitud que invisten los datos empleados en su cálculo, á saber, el ángulo horario t del sol, la latitud φ y la declinacion δ del sol, y en segundo lugar de ciertas imperfecciones del instrumento que se emplea.

En cuanto á la primera causa, el conocimiento más ó menos exacto del tiempo, de la latitud y de la declinacion solar, nuestras observaciones practicadas entre 25° y 33° de latitud austral, gozan de ciertas ventajas.

En efecto, diferenciando la ecuacion general del azimut (en funcion de t, φ y δ) de tal modo que una tras la otra de estas cantidades sea considerada como variable, y haciendo la suposicion, casi siempre realizada en nuestras observaciones, de que se haya observado el sol en el primer vertical, se vé que para esas latitudes un error cometido en la avaluacion de la latitud, en el cálculo de la declinacion solar y en la declinacion del tiempo, son de muy poca influencia sobre el azimut que resulta.

Para hablar especialmente del factor que más influye, el tiempo, resulta que una incertidumbre de un segundo en su determinacion, produce un error en el azimut de $\pm 0'.11$ con una latitud de 25°, y uno igual á $\pm 0'.14$ cuando la latidud es de 33°. En Córdoba un error de ocho segundos en la determinacion del tiempo, tendría como consecuencia un error de un minuto en el azimut. Las observaciones del tiempo que he hecho con tanta frecuencia en estas expediciones, excluyen un error de más de un segundo en el tiempo, de modo que las determinaciones del azimut debían gozar de un alto grado de precision.

Sin embargo, no resulta cierta esta suposicion.

En Córdoba, por ejemplo, donde se observó, á principios, sobre una columna situada en el centro de la quinta, se determinó el azimut de la mira — que era una raya fina hecha con pintura negra en la pared de la casa, á 45 metros de distancia, por las siguientes diez y seis observaciones :

Fecha		Azimut del sol	Azimut de la mira
Noviembre	2......	— 90°.2	144°53'.24
—	2......	+ 85.2	53'.04
—	3......	— 91.8	51'.55
—	3......	+ 89.4	52'.73
—	4......	— 90.7	51'.22
—	6......	— 92.0	52'.07
—	7......	+ 90.3	52'.52
—	7......	+ 91.6	51'.67
—	18......	— 94.5	52'.10
—	25......	+ 102.1	49'.05
—	30......	+ 97.8	51'.11
—	30......	+ 98.5	50'.89
—	30......	+ 99.2	51'.02
Diciembre	1......	+ 90.1	56'.33
—	1......	+ 90.8	55'.83
—	1......	+ 91.5	55'.19
Promedio.....			144°52'.47

Error probable del promedio ± 0'.33.
Error probable de una determinacion ± 1'.30.

Desde Octubre de 1886, por razones de conveniencia, hice construir otra columna más cerca de la casa, á 20 metros de ésta, sirviendo de mira el borde de una puerta condenada de la casa esquina Santa Rosa y Observatorio.

El azimut de esta mira se determinó por las diez y nueve siguientes series de observaciones, compuesta cada una serie, como las anteriores, de ocho observaciones del sol de la manera detallada en la página 132.

Fecha		Azimut del sol	Azimut de la mira
Octubre	28...........	— 86.4	28°2'.56
—	28...........	— 85.0	2'.57
—	28...........	+ 93.6	0'.09
—	29...........	+ 95.6	1'.54
—	30...........	— 89.8	3'.32
—	30...........	— 88.3	3'.95
—	31...........	— 89.6	3'.42
—	31...........	— 88.3	3'.53

Fecha		Azimut del sol	Azimut de la mira
Noviembre	1.........	— 89.3	28°6'.72
—	3.........	— 88.0	5'.50
—	3.........	+ 92.9	4'.12
—	4.........	— 87.2	6'.69
—	6.........	— 89.1	5'.51
—	7.........	+ 94.9	3'.35
—	18.........	— 91.1	7'.50
—	21.........	+ 94.1	5'.65
—	30.........	— 92.8	8'.22
—	30.........	— 92.1	8'.65
Diciembre	2..........	— 88.4	6'.28
Promedio.......			28°4'.69 ± 0'.36

Error probable de una determinacion = ± 1'.56.

En seguida, á principio de 1887, se hicieron tres series de observaciones de α *Canis Majoris* y cuatro del sol, resultando el error probable de una determinacion del azimut igual á ± 0'.63 y el del promedio de las siete series = ± 0'.24.

Desde Marzo de 1888, fecha en que principiaron los trabajos de transformacion de la quinta de Gonzalez, en la plaza Juarez Celman (hoy plaza Colon), se han hecho todas mis observaciones en Córdoba, en el jardin de la oficina meteorológica de la Provincia, calle Santa Rosa 421, localidad que dista cerca de 150 metros del punto de observacion anterior.

Servia de mira uno de los adornos en el caballete del techo de la casilla número 1 del Ferrocarril Central Norte, situada próximamente á 1500 metros de distancia. El azimut de la línea: columna del pabellon magnético (bisectriz del adorno), se determinó como sigue :

1.	Agosto	13..........	N 7°20'.10 E
2.	—	15	20 92
3.	—	24	20 71
4.	—	27	21 00

Promedio = 7°20'68 ± 0'08

Error prabable de una determinacion — ± 0'27

Con el teodolito magnético, Bamberg 2597, volvió á determinarse el mismo azimut en 1889, dando las observaciones el siguiente resultado:

5. Abril 11......	N 7°20′61 E	Promedio 7:20.68
6. Mayo 17......	20′74	

El material de comparacion procedente de mis viajes es un poco escaso, pues en los primeros años me contenté con determinar el azimut una ó dos veces. Recien, desde 1887, he dedicado una atencion especial á esta cuestion, multiplicando las mediciones del azimut. Se han encontrado los siguientes

Errores probables (W)

Localidad	Año y fecha	Numero de determinaciones	W de una determinacion	W del promedio
San José.....	1886, Abril 23-24	5	± 1′06	± 0.48
Cosquin.....	1887, Marzo 15-17	8	0′39	0′14
Santiago.....	— Abril 7-9	5	0′98	0′44
Loreto.......	— — 12-14	8	0′88	0′31

En vista de estos ejemplos se puede atribuir á los azimutes, fuera de Córdoba, un grado de precision inferior á ± 0′5, cuando ellos hayan resultado de varias determinaciones. Una medicion aislada del azimut está afectada de un error probable de ± 1′0, término medio, que oscila entre los límites de ± 0′4 y ± 1′6.

Llaman la atencion las fluctuaciones del error problable, que tienen su explicacion fácil en los viajes. Pues, muchas veces se precipitan las observaciones, sea por falta de tiempo, sea por aproximarse unas nubes que amenazan interrumpir ú obstaculizar la observacion, amen de la conversacion y charla de intrusos curiosos, que jamás faltan, ni siquiera en las localidades más aisladas y despobladas. Pero verdaderamente sorprendentes son esas oscilaciones en el grado de precision en las determinaciones del azimut que se han hecho en Córdoba, libres de interrupciones inesperadas y hechas con toda la calma posible.

Atribuyo su procedencia á dos causas, una relacionada con la construccion del anteojo, otra con la especie de las miras elegidas.

En esta clase de observaciones, es decir, estando cubierto el ocular con un vidrio oscuro, el retículo del anteojo está iluminado exclusivamente por la luz difusa que entra por el objetivo. En consecuencia se presenta al observador la imágen del sol bien iluminada, pero todo el resto del campo del anteojo, envuelto en la más densa oscuridad.

La extincion de la luz es tan intensa que ni siquiera el retículo es visible, á no ser que se encuentre delante de la imágen del sol.

Cada contacto del hilo vertical con el borde del sol que se acerca, es una sorpresa, pues no se distingue antes de este momento la distancia que separa el hilo del borde del sol.

A fin de aminorar el grado de incertidumbre producido por ese defecto del anteojo, muchos observadores se abstienen de observar los limbos del sol, y prefieren anotar el momento en que el hilo vertical efectúa la biseccion de la imágen del sol, del que hacen aparecer sólo un pequeño segmento.

Los resultados que me dió la aplicacion de ese método, no han sido más satisfactorios que cuando había observado los bordes del sol, razon por la cual he continuado á observar bordes del sol en todas las determinaciones de azimut.

Si esta causa de la incertitumbre ha existido en todas las determinaciones del azimut, hay otra que ha influido en algunos casos, debido á la naturaleza de las miras elegidas.

Muchas veces ha sido sumamente difícil disponer de una mira adecuada : en algunas localidades me he visto obligado á elegir esquinas de casas y aun los bordes de superficies curvas, por ejemplo, de los depósitos circulares (tachos) de agua en las estaciones de ferro-carril. Así sucedió en

Bella-Vista, Villa-María, Laguna Larga, Chañares, Rosario de la Frontera, La Madrid, Lavalle, Frías, Recreo y Cosquin.

Ahora bien, la línea vertical que parece limitar esos objetos y á la cual se dirigen las visuales, es variable en azimut, segun el sol que recibe y la sombra que se produce, máxime cuando es observada con un anteojo de poco alcance y de un poder aumentativo relativamente pequeño, que no permite distinguir el contorno, de la sombra producida.

El ejemplo más instructivo de la influencia que esta clase de miras ejerce sobre los resultados es el de las diez y nueve determinaciones del azimut de la mira de Córdoba, desde la segunda columna (véase pág. 147).

Mientras que el error probable ha ido disminuyendo, cuanto más estaba familiarizado con el instrumento, se presenta aquella série con un error probable mucho más grande (± 1'.56). La mira era, como se ha dicho, el borde de una moldura (puerta condenada). El azimut determinado en la mañana resulta más grande que el que se deduce de observaciones de la tarde, circunstancia que no se nota en las demás séries en que la mira era una señal sin variacion.

Determinacion del meridiano magnético

Para este objeto se han hecho, con cada aguja, las siguientes operaciones :

1ª Visuales á la mira, en cada posicion del anteojo dos veces ;

2ª Lectura de los dos nonius al enrasar la extremidad N. de la aguja con el cero de la graduacion interna; en seguida, cuando lo hacía la punta S. de la aguja;

3ª Despues de la desviacion de la aguja hácia la derecha (1° á 3°) mediante un pequeño iman, la repeticion del nº 2;

4ª Otra repeticion del nº 2, apartando antes la aguja hácia la izquierda ;

5ª Igual al nº 3. (Esta operacion se ha omitido en algunos casos; en otros se ha repetido, á más de ésto, la operacion nº 4);

6ª, 7ª, 8ª, 9ª. Se destornilla la chapa central de la aguja y se atornilla invertida, de modo que la cara superior de la aguja *(marca arriba)* está abajo *(marca abajo)*, hecho lo cual se hacen las operaciones 2 á 5 ó 2 á 4;

10ª Visuales á la mira, como en el nº 1.

De consiguiente cada determinacion del meridiano magnético es el resultado de 32 (ó 24) lecturas del nonius, sin contar las 16 lecturas relativas á la posicion de la mira.

En las primeras localidades que visité, se hacían, además, las operaciones descritas despues de cambiados los polos por una nueva imantacion.

Para ilustrar el procedimiento observado, va en seguida un ejemplo con todos sus detalles.

Frias, 1886, febrero 21, 8 ½ a. — 9ʰ a.

	Anteojo I	Anteojo II
Mira I.	281°18' ‖ 15	281°12' ‖ 9'
	17' ‖ 15'	13' ‖ 10'

Promedio = 281°13'62

	Anteojo I	Anteojo II
Mira II.	284°57' ‖ 55'	284°55' ‖ 53'
	58' ‖ 55'	55' ‖ 52'

Promedio = 284°55'00

Aguja Nº II, Norte en A

	Extremo N	Extremo S	
Marca abajo :	272°8' ‖ 6'	272' 8' ‖ 3'	
	6' ‖ 3'	5' ‖ 2'	
	4' ‖ 0'	14' ‖ 12'	
	4' ‖ 2'	11' ‖ 8'	
	272°4'13	272° 7'87	272°6'00

	Extremo N	Extremo S	
Marca arriba :	272°19′ || 16′	272°15′ || 13′	
	18′ || 16′	11′ || 9′	
	24′ || 22′	16′ || 14′	
	31′ || 28′	15′ || 13′	
	272°21′75	272°13′25	272°17′50

Mira I.	Anteojo I,	281°16′ || 15′	Anteojo II,	281°12′ || 9′
		16′ || 14′		12′ || 9′

Promedio = 281°12′89

Mira II.	Anteojo I,	284°57′ || 54′	Anteojo II,	284°51′ || 48′
		56′ || 53′		52″ || 49″

Promedio = 284°52′50

Promedios :	Norte magnético.	272°11′75
	Mira I..........	281°13′25
	Mira II.........	284°53′75

Angulo Mira I, — Norte magnético...	9° 1′5
Angulo Mira II, — Norte magnético..	12°42′0

CONSTANTES Y CORRECCIONES

Aunque los errores procedentes de ciertos defectos de las agujas, han sido eliminados por el método de observacion, conviene estudiarlos y conocer su magnitud.

Excentricidad del eje geométrico de las agujas

Este error se ha eliminado, observando las dos puntas, A y B, de cada aguja.

Examinando las observaciones hechas desde Marzo 1886 hasta fines de 1888, encontramos los detalles consignados en el cuadro que sigue.

DIFERENCIAS

PUNTA SUD-PUNTA NORTE DE LAS AGUJAS I Y II DE DECLINACIÓN

LOCALIDAD	FECHAS		AGUJA I		AGUJA II	
	Años	Meses y dias	Marca arriba	Marca abajo	Marca arriba	Marca abajo
Córdoba.....	1886	Marzo 23	17'.2	14'.1	1".8*	12'.1
»	»	Setiemb. 24	10.4	17.9	2.5	17.5
»	»	» 25	7.6	19.2	5.1	8.5
»	»	Octubre 3	5.6	26.1	24.8	16.8
»	»	» 20	34.7	4.3	13.5	23.2
»	»	Nov. 1	3.3	27.4	3.5	27.3
»	»	Dic. 4	13.4	24.6	15.1	22.2
»	1887	Enero 17	7.7	35.0	16.2	22.1
»	»	» 17	9.4	35.2	16.9	24.7
Cosquin	»	Marzo 16	25.5	1.6	24.2	13.5
»	»	» 16	30.0	0.6*	20.2	4.9
Recreo......	»	Abril 4	20 6	7.7	22.6	25.4
»	»	» 4	33.6	8.1	28.7	20.2
»	»	» 4	—	—	30.7	18.6
S. del Estero.	»	» 7	0.7	26.2	19.4	22.1
» » .	»	» 7	3.4	34.9	22.3	25.4
» » .	»	» 9	1.3	21.8	19.0	23.7
Loreto	»	» 12	32.9	2.6	30.8	18.2
»	»	» 13	30.2	12.1	30.7	1.1*
»	»	» 14	32.1	2.4	29.3	15.2
Córdoba.....	1888	Julio 18	16.1	23.6	17.3	15.3
»	»	» 19	3.6	33.4	12.8	23.2
»	»	Agosto 2	0.6	30.3	12.3	20.6
»	»	» 16	0.9	28.2	21.8	23.9
»	»	Setiemb. 2	0.5*	42.3	19.5	17.9
»	»	» 16	11.4	43.4	19.0	24.3
»	»	Octubre 2	14.5	57.8	18.8	31.4
»	»	» 17	8.7	30.9	15.9	28.2
»	»	Nov. 5	20.6	42.5	20.4	37.2
Promedio....			14.2	23.4	18.5	20.2
Error medio..			± 9.9	±12.0	±6.1	±5.7

DIFERENCIAS

PUNTA SUD-PUNTA NORTE DE LAS AGUJAS I Y II DE DECLINACION

LOCALIDAD	FECHAS		AGUJA I, MARCA ARRIBA		AGUJA II, MARCA ARRIBA	
	Años	Meses y dias	Deflector I	Deflector II	Deflector I	Deflector II
Córdoba.....	1888	Julio 19	10′.5	16″.8	4′.2	11′.2
»	»	» 19	5.0	3.5	13.3	13.5
»	»	Agosto 2	3.1	1.2	11.5	13.8
»	»	» 2	4.5	2.8	11.8	16.3
»	»	» 16	0.3	10.5	22.5	18.3
»	»	» 16	7.5	5.7	23.3	21.0
»	»	Setiemb. 2	7.9	19.8	23.0	29.5
»	»	» 2	12.5	14.4	26.5	23.5
»	»	Octubre 2	12.3	14.1	18.4	20.8
»	»	» 2	23.2	21.1	22.2	15.9
Promedio....			8.7	11.0	17.7	18.4
Error medio..			± 4.7	± 6.3	± 6.0	± 4.2

Resulta una diferencia entre la extremidad Sur y Norte (Sur-Norte).

Para la aguja I marca arriba... 14′2 } Promedio : 18′8
— — abajo ... 23′4 }
Para la aguja II marca arriba... 18′5 } Promedio : 19′3
— — abajo... 20′2 }

Estas diferencias oscilan entre límites sumamente grandes; en la aguja I entre 0′5 y 57′8, y en la aguja II entre 1′1 y 37′2. Por lo tanto, esos promedios están afectados de un error medio muy grande, el de I de ± 11′0 y el de II de ± 5′9.

Para explicar esas fluctuaciones de la diferencia entre los dos polos de una aguja, no es posible buscar su única causa en la friccion del estilo con la chapa de las agujas. Más bien, me parece que las desigualdades en la horizontalidad de la aguja—me refiero especialmente á las que se notan en el eje menor, ó sea á las pequeñas diferencias de altura entre el borde izquierdo y derecho de la aguja—pueden producir tanta variacion. Pues se procede á la lectura despues de cerciorarse que la proyeccion de la punta enrasa con el cero de la division interna, y esta proyeccion varía con la mayor ó menor oblicuidad en la línea Este-Oeste de la aguja. Una suspension tal de la aguja que, si bien sus puntos Norte y Sur se encuentran, aparentemente, en un plano horizontal, sin embargo uno de sus bordes longitudinales esté mas alto que el otro, se produce con mucha facilidad, pues, á pesar de su poco peso, la corredera de la aguja, susceptible de un pequeño movimiento lateral á más del longitudinal, constituye un contrapeso de mucho poder, actuando como en el brazo de una palanca.

La gran fluctuacion de las diferencias entre las dos extremidades de las agujas habla muy en alto contra la costumbre de observar sólo una punta (generalmente N) de la aguja y de aplicar á la observacion una correccion constante determinada por comparaciones anteriores. Si se hubiese procedido así con nuestro instrumento, las observaciones de la declinacion tendrían — únicamente debido á ese método de observar —una incertidumbre media comprendida entre ±6′ y ±11′, es decir, carecerían del grado de precision necesario.

Añado aquí tambien (véase la segunda parte del cuadro) el resultado de esas diferencias, cuando las agujas se encuentran bajo la influencia de un deflector. El promedio de esas diferencias parece, en este caso, un poco más pequeño, lo mismo que su error medio ha disminuido; sin embargo la variabilidad de las diferencias tiene algo inexplicable. Por ejemplo, los cuatro valores relativos á la aguja I que corresponden al 19 de Julio de 1888 se han observado sin cambiar la posicion de la aguja, y, á pesar de esto, resultan tan distintos: 10′5; 5′0; 16′8; 3′5.

Diferencia entre los ejes magnético y geométrico de las agujas

Tambien este error se determina á menudo antes de emprender una exploracion magnética, ya sea porque la construccion del instrumento no permita eliminarlo, ya sea para ganar tiempo en las observaciones. Su determinacion se hace observando la aguja en las dos posiciones: «marca arriba» y «marca abajo» y fijando la diferencia entre una y otra, cuya mitad se aplica como correccion de esa colimacion.

En nuestros viajes se han observado, sin excepcion alguna, las agujas en sus dos posiciones, aunque la inversion de la aguja es sumamente incómoda y requiere siempre algunos minutos. (Hay que destornillar con unas pinzas una pequeña tuerca, destornillar la chapa, atornillarla en la posicion opuesta y volver á poner la tuerca, restableciendo en seguida la horizontalidad de la aguja).

Examinando bajo este punto de vista las observaciones—de unas pocas se han extraviado los detalles—resultan las cifras contenidas en el cuadro que sigue. El signo + significa un valor más grande á favor de la aguja observada con la marca arriba.

DIFERENCIAS

MARCA ARRIBA—MARCA ABAJO DE LAS AGUJAS I Y II DE DECLINACION

LOCALIDAD	FECHAS		AGUJA I	AGUJA II
	Años	Meses y dias		
Paraguarí	1885	Febrero 12	+15.9	+17.2
Asuncion	»	» 23	+14.4	—52.8
Formosa	»	» 26	+ 2.5	—34.0
Corrientes	»	Marzo 3	— 0.6	—23.8
Bella Vista	»	» 7	— 6.2	+ 3.1
Cañada de Gomez	»	» 29	— 4.7	—
Rosario de Santa-Fé	»	» 31	+ 3.3	+10.4
Villa María	»	Abril 3	— 1.9	—20.0
Laguna Larga	»	» 5	— 1.2	—13.1
Chañares	»	Mayo 24	+13.1	— 2.2
Oncativo	»	» 25	+25.3	— 1.6
Río Segundo	»	» 26	+23.6	+21.4
Rosario de Santa-Fé	»	Agosto 28	— 6.2	—
Tucuman	»	Diciembre 11 y 12	— 8.4	— 1.0
Rosario de la Front.	»	» 19	— 3.4	+ 1.6
Simoca	1886	Enero 23	+ 3.5	—
Lamadrid	»	» 27 y 28	+12.9	+ 6.2
Lavalle	»	Febrero 17	— 3.3	+ 2.4
Frias	»	» 20	— 1.4	+11.5
San Antonio	»	» 22	—18.2	+ 6.3
Córdoba	»	Marzo 23	— 5.7	— 7.7
»	»	Setiembre 24	— 4.3	+25.6
»	»	» 25	—15.1	+22.3
»	»	Octubre 3	— 4.6	+17.9
»	»	» 26	+ 0.7	+31.5
»	»	Noviembre 1	— 0.2	+19.9
»	»	Diciembre 4	— 2.6	+21.7
»	1887	Enero 17	+ 0.1	+22.0
»	»	» 17	— 0.3	+22.5
»	»	Marzo 11	+ 0.9	+24.6
Cosquin	»	» 16	+ 2.1	+21.1
»	»	» 16	+ 3.1	+22.9

LOCALIDAD	FECHAS		AGUJA I	AGUJA II
	Años	Meses y dias		
Recreo............	1887	Abril 4	+ 0.8	+22.5
»	»	» 4	+ 0.2	+24.0
»	»	» 4	+ 0.3	+22.5
Santiago del Estero.	»	» 7	+ 3.6	+22.7
» »	»	» 7	+ 0.1	+18.1
» »	»	» 9	— 7.4	+21.6
Loreto............	»	» 12	+ 3.1	+21.7
»	»	» 13	+24.2	+ 4.1
»	»	» 14	+ 0.8	+23.2
Córdoba...........	1888	Julio 18	+ 3.0	— 6.5
»	»	» 19	+ 4.1	— 3.2
»	»	Agosto 2	— 0.1	— 2.4
»	»	» 16	+ 8.5	— 4.6
»	»	Setiembre 2	— 6.3	— 1.3
»	»	» 16	+ 6.0	+ 7.8
»	»	Octubre 2	+ 3.4	— 4.6
»	»	» 17	+ 9.4	+ 0.8
»	»	Noviembre 5	— 2.6	+ 2.8

Una ligera inspeccion del cuadro nos enseña que un promedio derivado de cifras tan distintas carecería de significado. No sólo que los valores precedidos del mismo signo difieren tanto, sinó que ese signo cambia á cada momento.

En la aguja I las diferencias oscilan entre + 25′3 y — 18′2, para la aguja II entre + 31′5 y — 52′8. Si hubiésemos adoptado el proceder simplificado de que hemos hecho mencion más arriba, el de observar la aguja sólo en una posicion, «marca arriba», las observaciones habrían resultado del todo inservibles.

En las observaciones correspondientes á 1885 y 1886 se comprende fácilmente esa movilidad del eje magnético, pues, como se ha mencionado, se hacía con regularidad el cambio de los polos de la aguja, el que puede dar orígen á una dislocacion del eje magnético. Mas desde principios de 1887 no se ha vuelto á desimantar las agujas, y, sin embargo, no hay la constancia que podríamos esperar, con excepcion de las observaciones hechas en 1887.

Sensibilidad de las agujas: la friccion

Por lo que antecede, ha traslucido ya la gran influencia de la friccion que se produce entre el estilo y la chapa de piedra de las agujas, invocándose su existencia como causa principal de muchas irregularidades y errores de que adolecen las observaciones. Conviene ahora formarse una idea más precisa de esta fuerza perturbatríz, buscando un valor numérico de su magnitud.

Anticipo que no se han practicado experimentos especiales tendentes á determinar ese factor; sin embargo, las mismas observaciones nos suministran un material suficiente para abordar esta cuestion.

En vista de las pequeñas dimensiones de las agujas, se podrá sostener que la friccion no es grande, pero no hay que dudar que por la misma circunstancia, su momento magnético toma un valor inferior, con lo que aumenta la friccion.

Teniendo presente el procedimiento seguido al hacer una determinacion de la declinacion y del ángulo de deflexion (véase pág. 151), se comprende que tendremos una expresion de la magnitud de la friccion, si buscamos las diferencias entre dos observaciones subsiguientes de la aguja en que ésta había sido derivada alternativamente á mano derecha y hácia la izquierda. El valor numérico de la friccion es en este caso la mitad de la diferencia observada.

Con este objeto se han examinado las observaciones hechas de Marzo 1886 hasta Noviembre 1888, las que suministran 191 diferencias de esa clase para la aguja I, y 187 para la nº II; además 97 para la aguja I con aplicacion de los deflectores I y II, y 112 para la aguja II en estas mismas condiciones.

El resultado es que el empleo de los deflectores no disminuye la friccion y que se deduce una diferencia media de ± 3'6 entre dos posiciones subsiguientes de cada una de las dos agujas. Los valores máximos alcanzan á 14'5 para la aguja I y á 17'0 en la aguja II.

Procediendo á la clasificacion de las cifras, tenemos como frecuencia relativa (en °/₀) de las distintas diferencias los valores siguientes:

Diferencias	Frecuencia relativa
0 — 0'9	19
1 — 1'9	19
2 — 2'9	16
3'	10
4'	10
5'	7
6'	4
7'	3
8'	3
9'	3
10' — 17'	6

Reducción al promedio diurno

En otro lugar (¹) se ha hablado ya extensamente de esta reduccion, para la cual empleamos los siguientes datos que resultan de las observaciones hechas por la Expedicion Naval Norte-Americana bajo las órdenes de J. M. Gilliss en Santiago de Chile, 1850-52.

(¹) Véase *Boletin de la Academia Nacional de Ciencias*, tomo XII, pág. 350.

Hora	Octubre á Marzo	Abril á Setiembre	Año	Hora	Octubre á Marzo	Abril á Setiembre	Año
1 a.	—0.4	—0.4	—0.4	1 p.	+2.9	+1.2	+2.0
2	—0.7	—0.3	—0.5	2	+3.5	+1.9	+2.6
3	—1.1	—0.2	—0.6	3	+2.7	+1.4	+2.0
4	—1.4	—0.1	—0.7	4	+1.9	+0.7	+1.2
5	—1.7	+0.1	—0.8	5	+1.5	+0.5	+0.9
6	—2.2	0	—1.0	6	+1.2	+0.4	+0.8
7	—2.8	—0.2	—1.3	7	+1.0	+0.2	+0.6
8	—3.5*	—0.9	—2.0	8	+0.8	+0.1	+0.4
9	—2.8	—1.8	—2.2*	9	+0.6	0	+0.3
10	—1.4	—1.9*	—1.7	10	+0.4	—0.1	+0.1
11	+0.2	—0.5	—0.2	11	+0.1	—0.2	—0.1
12 m.	+1.6	+0.5	+1.0	12 p.	—0.1	—0.3	—0.2

Las observaciones de la declinacion que continúo haciendo en Córdoba, van á suministrar, con el tiempo, correcciones más exactas. Con todo, no es verosimil que las diferencias entre las correcciones empleadas aquí y las que den mis observaciones, produzcan cambios cuyo valor sea superior al error probable inherente á las observaciones discutidas en este estudio.

Correccion absoluta de las indicaciones del instrumento

Se ha mencionado á su tiempo que durante todo el período que abarcan las observaciones, la correccion del instrumento era desconocida. Recien despues de disponer de otro instrumento, del teodolito magnético Bamberg 2597, se han hecho mediciones comparativas con los dos aparatos.

La primera comparacion tuvo lugar el 24 de Abril 1889, es decir, dos años despues del último viaje hecho con el instrumento 1247. Hé aquí las correcciones deducidas:

Aguja I		Aguja II	
1889 Abril 24..	+ 22'9	1889 Mayo 6...	+ 24'0
Mayo 6...	+ 24'1	Set. 15...	+ 17'9
Set. 15...	+ 20'6	Set. 20...	+ 19'1
Promedio ..	+ 22'5 ± 0'7	Promedio ..	+ 20'3 ± 1'3

Correccion del promedio de las dos agujas : + 21'4.

A más de que el resultado, á lo menos para la aguja II, está afectado de un error probable muy grande, sin duda á causa de la friccion, faltaría saber si estas correcciones han sido las mismas durante el tiempo que se hicieron mis viajes, para cuya averiguacion no hay material disponible. Conviene entonces buscar las correcciones de otra manera, independiente de aquellas comparaciones de 1889. Con este fin hemos tomado el camino siguiente:

Sobre la base de que la declinacion de Córdoba ha sido :

para 1883.5 de — 12°13'0 (Dr. B. A. Gould) y
para 1890.0 de — 11°45'0 (O. Doering con Bamberg 2597),

datos que derivados de un gran número de observaciones, merecen toda confianza, se ha calculado la declinacion para cada uno de los días de que había observaciones de este elemento hechas con el instrumento que nos ocupa. Las diferencias que resultan entre la declinacion interpolada y la observada, despues de reducir ésta al promedio diurno, constituyen la correccion aplicable al promedio de las declinaciones medidas con las agujas I y II.

Suprimiendo algunas de esas correcciones que por su gran disconformidad hacen sospechar haberse cometido un error grueso en la observacion, resultan las siguientes correcciones:

De Julio 1885 á Marzo 1887.....	+ 24'8 ± 0'5 (7 comp.)
De Julio 1888 á Noviembre 1888.	+ 22'8 ± 0'6 (10 comp.)

Los dos valores difieren poco, y, por lo tanto, adopto definitivamente su promedio + 23 ′8 como correccion constante de las declinaciones medidas con el instrumento 1247 en todas mis excursiones.

En el cuadro que acompaño (pág. 165) se da cuenta detallada de las correcciones deducidas y del valor definitivo que toman las declinaciones determinadas en Córdoba (columna D_0).

Las observaciones rudas (columna D_0, de Julio 1885 á Marzo 1887) han sido disminuidas antes en la cantidad de 45 ′6, correccion del azimut (véase pág. 145). La columna encabezada «*reduccion*» contiene la cantidad necesaria para la eliminacion del período diurno, de conformidad con el cuadro publicado en la página 162. Aplicando esas correcciones á las observaciones que preceden, resultan los valores D que representan la declinacion reducida al promedio diurno. Las cifras consignadas en la columna «*Promedio*» son la semisuma de las declinaciones medidas con las agujas I y II. Estos valores observados y corregidos se comparan con los que el cálculo suministra sobre la base arriba indicada (columa «D *calculada*») y sus diferencias ocupan la columna siguiente. Añadiendo finalmente, la correccion general de + 23 ′8 á las declinaciones de la columna «*Promedio*», aparecen las cifras de la ultima columna vertical D_0 que representan el resultado depurado de la observacion, ó sea las declinaciones definitivamente adoptadas.

La reduccion á la época 1890.0

Para hacer comparables las declinaciones obtenidas en las distintas localidades á épocas muy diferentes, es indispensable reducirlas á una misma época, consultando para esto las variaciones que la declinacion vaya experimentando. La época elegida es el 1° de Enero de 1890 ó 1890.0.

Para Asuncion y Paraguarí se ha supuesto una disminucion anual de 8 ′0; para Formosa, Corrientes y Bella Vista de

7′2. En todas las demás localidades se ha tomado en cuenta la disminucion observada en Córdoba, la que es de 4′3 por año.

La procedencia de esos datos está explicada en otro lugar (¹).

OBSERVACIONES DE LA DECLINACION MAGNÉTICA PRACTICADAS EN CÓRDOBA

SUS CORRECCIONES Y SU VALOR DEFINITIVO

FECHAS		Hora	Aguja	D_1	Reduccion	D	Promedio	Declinacion calculada	ΔCalc.-Obs.	D_0
Años	Meses y dias									
1885	Julio 26	$2^{h}.4$ *p.*	I	12°45′.1	−1′.7	11°43′.4	11°42′.1	12° 4′.1	+22′.0	12° 5′.9
»	» 26	2.9 *p.*	II	42.2	−1.4	40.8				
1886	Marzo 23	3.5 *p.*	I	39.9	−2.3	37.6	11 36.8	12 1.2	+24.4	12 0.6
»	» 23	4.0 *p.*	II	37.9	−1.9	36.0				
»	Set. 24	7.5 *a.*	I	22.3	+0.6	22.9	11 24.5	11 59.1	+34.6	11 48.3
»	» 24	8.0 *a.*	II	25.3	+0.9	26.2				
»	» 25	1.0 *p.*	I	34.3	−1.2	33.1	11 33.2	11 59.1	+25.9	11 57.0
»	» 25	1.4 *p.*	II	34.8	−1.5	33.3				
»	Oct. 3	7.2 *a.*	I	21.1	+2.9	24.0	11 24.2	11 59.0	+34.8	11 48.0
»	» 3	7.5 *a.*	II	21.3	+3.1	24.4				
»	» 26	7.0 *a.*	I	19.7	+2.8	22.5	11 23.1	11 58.7	+35.6	11 46.9
»	» 26	1.7 *p.*	II	26.9	−3.3	23.6				
»	Nov. 1	8.9 *a.*	I	31.8	+2.9	34.7	11 35.9	11 58.6	+22.7	11 59.7
»	» 1	10.1 *a.*	II	35.9	+1.2	37.1				
»	Dic. 4	8.2 *a.*	I	30.3	+3.4	33.7	11 31.4	11 58.3	+26.9	11 55.2
»	» 4	9.0 *a.*	II	26.4	+2.8	29.2				
1887	Enero 17	9.0 *a.*	I	29.8	+2.8	32.6	11 33.8	11 57.9	+24.1	11 57.6
»	» 17	10.5 *a.*	II	34.4	+0.6	35.0				
»	Marzo 11	10.5 *a.*	I	29.0	+0.6	29.6	11 29.6	11 57.2	+27.6	11 53.4
»	» 11	11.0 *a.*	II	29.7	−0.2	29.5				
1888	Julio 18	3.0 *p.*	I	34.0	−1.4	32.6	11 26.1	11 51.2	+25.1	11 49.9
»	» 18	4.2 *p.*	II	20.2	−0.7	19.5				

(¹) Véase: **Oscar Doering**, *Las manifestaciones del magnetismo terrestre en la provincia de Córdoba. Boletin de la Academia Nacional de Ciencias*, tomo XII, pág. 361

FECHAS		Hora	Aguja	D_1	Reduccion	D	Promedio	Declinacion calculada	ΔCalc.-Obs.	D_0
Años	Meses y dias									
1888	Julio 19	9.0*a.*	I	11°26'.9	+1'.8	11°28'.7	11°29'.4	11°51'.2	+21'.8	11°54'.2
»	» 19	9.5*a.*	II	28.3	+1.8	30.1				
»	Agos. 2	2.5*p.*	I	28.5	—1.7	26.8	11 25.7	11 51.1	+25.4	11 49.5
»	» 2	4 0*p.*	II	25.3	—0.7	24.6				
»	» 16	10.7*a.*	I	27.9	+0.9	28.8	11 27.9	11 51.0	+23.1	11 51.7
»	» 16	9.2*a.*	II	25.2	+1.8	27.0				
»	Set. 2	8.3*a.*	I	26.6	+1.2	27.8	11 27.4	11 50.8	+23.4	11 51.2
»	» 2	9.2*a.*	II	25.2	+1.8	27.0				
»	» 16	8.8*a.*	I	30.0	+1.6	31.6	11 29.6	11 50.7	+21.1	11 53.4
»	» 16	10.5*a.*	II	26.4	+1.2	27.6				
»	Oct. 2	8.7*a.*	I	25.2	+3.0	28.2	11 25.1	11 50.4	+25.3	11 48.9
»	» 2	11.2*a.*	II	22.5	—0.5	22.0				
»	» 17	1.4*p.*	I	35.0	—3.1	31.9	11 33.3	11 50.2	+16.9	11 57.1
»	» 17	2.4*p.*	II	37.9	—3.2	34.7				
»	Nov. 5	5.5*p.*	I	27.0	—1.3	25.7	11 25.5	11 50.1	+24.6	11 49.3
»	» 5	6.0*p.*	II	26.5	—1.2	25.3				
»	» 18	2.2*p.*	I	34.4	—3.3	31.1	11 28.7	11 49.9	+21.2	11 52.5
»	» 18	2.9*p.*	II	29.0	—2.8	26.2				

Grado de precision de estas determinaciones de la declinacion

Si se hubiese podido comparar las indicaciones del instrumento con las simultáneas de un variómetro ó de otro instrumento más perfeccionado, tendríamos una medida exacta del grado de precision de que nuestro instrumento es susceptible. No ha sido posible hacer las comparaciones de esta manera, pero en su reemplazo tenemos aquellas determinaciones en que una observacion con el instrumento 1247 era precedida y seguida por otra del nº 2597, cuyo promedio se consideraba como simultáneo con la observacion intermedia del nº 1247.

La discrepancia media entre cada una de las correcciones parciales y su promedio puede servir de medida de la exactitud de las observaciones del instrumento.

Las comparaciones que se han citado arriba (pág. 162) dan como error probable de una observacion con la aguja I $= \pm 1'2$ y con la aguja II $= 2'2$; término medio $\pm 1'7$.

En estas comparaciones se determinaba tan sólo el Norte magnético, pues el meridiano astronómico era conocido por mediciones anteriores.

Recordando ahora que el error probable de una determinacion del meridiano astronómico ó del azimut de la mira con el instrumento era de $\pm 1'0$ (pág. 149), tenemos como error probable de una determinacion completa de la declinacion, trabajo astronómico y magnético :

$$\pm \sqrt{(1'0)^2 + (1'7)^2} = \pm 2'0$$

Este grado de precision es muy satisfactorio en un instrumento de viaje de dimensiones tan reducidas, en que los nonius dan como subdivision más pequeña los 5 minutos y se determinan los distintos minutos por estima.

Las declinaciones observadas

Despues de estudiadas todas las correcciones aplicables á las observaciones, presentamos, en el cuadro de las páginas 168-170 las observaciones de la declinacion practicadas fuera de Córdoba con todas las transformaciones y depuraciones que han experimentado hasta convertirse en valores definitivos.

Aquí se han omitido las coordenadas geográficas de las distintas localidades, pero ellas figuran en el cuadro final que acompaña este trabajo y que contiene todos los elementos del magnetismo terrestre que se han observado con el instrumento.

Dos palabras para explicar los datos incorporados á este cuadro.

Consignadas la fecha y hora de la medicion, así como el número de la aguja, se encuentran en la columna subsiguiente (D_1) los valores suministrados directamente por la observacion. La cantidad positiva ó negativa que es preciso añadir para que la observacion sea reducida al promedio diurno, lleva como encabezamiento la palabra « *reduccion* », y los valores reducidos así son los que llenan la columna D. Formando en seguida el promedio de las cifras dadas por las agujas I y II y añadiendo la correccion constante de + 23′8, se presentan en la columna « Promedio corregido » las declinaciones magnéticas correspondientes, en las distintas localidades, á la época en que se hizo la observacion, y depuradas de las influencias de la marcha diurna. Al fin se leen en la última columna los valores reducidos á la época común 1890.0.

DECLINACIONES MAGNÉTICAS OBSERVADAS CON BAMBERG Nº 1247

LOCALIDAD	FECHAS		Hora	Aguja	D_1	Reduccion	D	Prom. correg.	D_0 1890.0
	Años	Meses y dias							
Asuncion.....	1885	Febr. 23	8.5*a.*	I	5°39′0	+3′2	5°42′2	6° 8′0	5°28′9
»	»	» 23	9.5*a.*	II	44.1	+2.1	46.2		
Paraguarí	»	» 12	8.5*a.*	I	5 43.4	+3.2	46.6	6 9.9	5 30.7
»	»	» 12	10.0*a.*	II	44.2	+1.4	5 45.6		
Formosa	»	» 26	8.0*a.*	I	6 2.1	+3.5	6 5.6	6 30.1	5 54.8
»	»	» 26	1.5*p.*	II	10.3	−3.2	6 7.1		
Corrientes	»	Marzo 5	9.8*a.*	I	7 21.8	+1.7	7 23.5	7 52.4	7 17.1
»	»	» 5	11.0*a.*	II	33.8	−0.2	33.6		
Bella Vista ...	»	» 7	8.2*a.*	I	7 15.4	+3.4	18.8	7 44.5	7 9.2
» ' ...	»	» 7	11.5*a.*	II	23 5	−0.9	22.6		
Rosario de S.F.	»	Enero 24	1.8*p.*	I	9 55.3	−3.4	9 51.9	10 15.7	
» »	»	Marzo 31	1.0*p.*	I	10 1.5	−2.9	58.6	10 22.4	9 58.2
» »	»	» 31	1.7*p.*	II	1.9	−3.3	58.6		

LOCALIDAD	FECHAS		Hora	Aguja	D_1	Reduccion	D	Prom. correg.	D. 1890.0
	Años	Meses y días							
C. de Gomez..	1885	Marzo 29	9.8*a.*	I	10°14'.0	+1'.8	10°15'.8	10°43'.3	10°22'.8
» » ..	»	» 29	12.7*p.*	II	25.6	−2.5	23.1		
Villa María...	»	Abril 3	9.4*a.*	I	11 23.0	+1.9	11 24.9	11 54.8	11 34.3
» ...	»	» 3	11.2*a.*	II	36.8	+0.3	37.1		
Laguna Larga.	»	» 5	11.0*a.*	I	42.8	+0.5	43.3	12 7.2	11 46.7
» »	»	» 5	2.7*p.*	II	45.0	−1.5	43.5		
Chañares.....	»	Mayo 24	8.4*a.*	I	34.6	+1.3	35.9	11 59.1	11 39.3
»	»	» 24	11.8*a.*	II	35.0	−0.3	34.7		
Oncativo.....	»	» 25	9.7*a.*	I	34.0	+1.8	35.8	11 58.0	11 38.2
»	»	» 25	12.2*m.*	II	33.1	−0.6	32.5		
Rio Segundo..	»	» 26	8.2*a.*	I	42.0	+1.1	43.1	12 9.3	11 49.5
» ..	»	» 26	1.2*p.*	II	49.2	−1.3	47.9		
Cosquin......	1887	Marzo 16	9.0*a.*	I	27.1	+2.8	29.9	11 57.7	11 45.6
»	»	» 16	10.0*a.*	II	38.4	+1.4	39.8		
»	»	» 16	5.8*p.*	I	34.5	−1.3	33.2		
»	»	» 16	4.5*p.*	II	34.5	−1.7	32.8		
Dean Funes...	1886	Abril 25	10.8*a.*	I	29.8	+0.8	30.6	11 54.2	11 38.4
» ...	»	» 26	2.8*p.*	II	31.7	−1.5	30.2		
San José.....	»	» 24	8.5*a.*	I	25.7	+1.3	27.0	11 51.2	11 35.4
»	»	» 24	10.8*a.*	II	26.9	+0.8	27.7		
Totoralejos...	»	Febr. 26	3.2*p.*	I	34.7	−2.5	32.2	11 58.5	11 42.0
» ...	»	» 27	4.7*p.*	II	38.9	−1.6	37.3		
Recreo.......	»	» 24	12.6*p.*	I	21.5	−2.4	19.1	11 46.7	11 30.1
»	»	» 25	9.0*a.*	II	23.8	+2.8	26.6		
»	1887	Abril 4	10.5*a.*	I	15.7	+1.2	16.9	11 40.3	
»	»	» 4	11.0*a.*	II	15.5	+0.5	16.0		
»	»	» 4	2.1*p.*	I	19.7	−1.8	17.9	11 41.1	
»	»	» 4	1.6*p.*	II	18.3	−1.6	16.7		
»	»	» 4	5.2*p.*	I	18.2	−1.4	16.8	11 41.1	11 28.9
»	»	» 4	5.6*p.*	II	19.1	−1.3	17.8		
San Antonio..	1886	Febr. 22	3.3*p.*	I	37.4	−2.5	34.9	11 59.3	11 42.8
» ..	»	» 23	9.7*a.*	II	34.3	+1.8	36.1		
Frias........	»	» 20	8.2*a.*	I	31.9	+3.4	35.3	12 0.9	11 44.3
»	»	» 21	8.8*a.*	II	36.0	+2.9	38.9		
Lavalle......	»	» 17	12.1*m.*	I	23.0	−1.7	21.3	11 41.7	11 25.1
»	»	» 17	5.4*p.*	II	11 15.9	−1.4	14.5		

LOCALIDAD	FECHAS		Hora	Aguja	D_1	Reduccion	D	Prom. correg.	D_0 1890.0
	Años	Meses y dias							
Loreto	1887	Abril 12	11.5*a.*	I	10°41′2	0′0	10°41′2	11° 5′9	10°51′3
»	»	» 12	2.0*p.*	II	44.8	—1.9	42.9		
»	»	» 13	11.2*a.*	I	37.5	+0.3	37.8	11 0.5	
»	»	» 13	9.0*a.*	II	33.7	+1.8	35.5		
»	»	» 14	9.7*a.*	I	39.4	+1.9	41.3	11 3.1	
»	»	» 14	5.5*p.*	II	37.9	—0 5	11 37.4		
S. del Estero.	»	» 7	10.8*a.*	I	10 33.8	+0.8	10 34.6	10 54.7	—
» »	»	» 7	1.9*p.*	II	28.9	—1.8	27.1		
» »	»	» 7	4.4*p.*	I	32.0	—0.6	31.4	10 54.7	—
» »	»	» 7	2.7*p.*	II	32.1	—1.6	30.5		
» »	»	» 9	5.4*p.*	I	33.4	—0.5	32.9	10 55.1	10 42.9
» »	»	» 9	5.4*p.*	II	30.2	—0.5	10 29.7		
Lamadrid	1886	Enero 27	2.0*p.*	I	11 6.4	—3.5	11 2.9	11 25.9	11 9.0
»	»	» 28	5.7*p.*	II	2.6	—1.3	1.3		
Simoca	»	» 23	1.2*p.*	I	11 4.2	—3.0	11 1.2	11 25.0	11 8.1
Tucuman.....	1885	Dic. 11	12.0*m.*	I	9 55.6	—1.6	9 54.0	10 21.5	10 4.2
»	»	» 12	11.0*a.*	II	61.6	—0.2	61.4		
R. de la Front.	»	» 19	6.2*a.*	I	9 36.2	+2.3	38.5	10 7.8	9 50.5
» »	»	» 19	1.0*p.*	II	52.5	—2.9	9 49.6		

LAS OBSERVACIONES DE LA INCLINACION MAGNÉTICA

Descripcion del aparato

En la mayor parte de los inclinatorios se principia por buscar el plano normal al meridiano magnético, haciendo algunas observaciones cuando la aguja se coloque perfectamente vertical. Observando cada vez que esto suceda, la indicacion del limbo horizontal unido con el instrumento, el promedio de las lecturas marca el punto del círculo azimutal por donde pasa ese plano, y una vez adquirido este dato, es fácil orientar el instrumento de tal modo que los ángulos de inclinacion se observen en el meridiano magnético.

La disposicion de nuestro instrumento ahorra ese trabajo preliminar en que, á veces, es menester invertir más de un cuarto de hora. En efecto, observando antes la declinacion y acomodada en la plataforma la brújula de inclinacion, sin mover el instrumento, queda de suyo orientado el inclinatorio, y listo para dar principio á la verdadera observacion de la inclinacion.

El instrumento tenía dos agujas, I y II, de 115^{mm} de largo, marcadas cada una con las letras A y B en las dos extremidades de una de sus caras. Para invertir los polos de las agujas, hay dos barras de acero imantadas, y un pequeño aparato con el cual se evita el deterioro de las agujas durante la desimantacion.

El limbo vertical está dividido en grados enteros, cuyas fracciones decimales se estiman ó á simple vista, ó con un lente de aumento; no hay nonius. En nuestras observaciones se han leido los décimos de un grado.

Á fines de 1885, notaba ya que el aparato no funcionaba bien, lo que se manifestaba por grandes y frecuentes divergencias entre dos lecturas subsiguientes.

Atribuí el defecto á una torsion de los ejes sumamente delgados. Un relojero á quien las entregué, ratificó mi suposicion y enderezó los ejes de las agujas. Sin embargo, las observaciones, en vez de mejorar, resultaban peores y se hacían cada vez más disconformes, difíciles y largas. Entonces me resolví á remitir las agujas á su fabricante, el señor Th. Bamberg, quien me declaró que había encontrado una torsion de los ejes. Me las devolvió arregladas y además dos agujas nuevas, números III y IV, pero, con todo esto, las observaciones no mejoraban.

Entretanto había observado, desde Abril de 1886, con el inclinatorio *Adie* número 62, que había servido en la Expedicion Antártica Alemana á Sud-Georgia. Este instrumento, de más perfeccion, tiene un limbo vertical que permite leer el minuto mediante dos verniers, y las extremidades de la aguja se observan con dos microscopios. Las agujas, números 20 y 21, tienen un largo de 90^{mm}.

Muy pronto, despues de algunos viajes, las observaciones con este instrumento sufrían de los mismos defectos é irregularidades notadas en el inclinatorio Bamberg, número 1247.

Sin duda, la incertidumbre en las observaciones proviene, en ambos instrumentos, de un cambio de posicion de las cuchillas de ágata sobre las que se apoya el eje de la aguja. Los sacudimientos y oscilaciones á que los instrumentos están sometidos aun en los transportes por ferrocarril, aflojan los tornillos de correccion y destruyen la horizontalidad de las chapas de ágata, defecto que el observador no puede corregir, si no tiene á su disposicion un nivel pequeño, pero sensible, que le permita examinar y corregir la posicion de las chapas y conseguir, de este modo, la perfecta horizontalidad del eje de la aguja. Por otra parte, la aplicacion de un nivel en estas circunstancias tiene sus dificultades mecánicas.

En vista de estas experiencias, no puedo considerar á los inclinatorios como instrumentos muy apropiados para los viajes, y me inclino en favor del método adoptado por Lamont, en su teodolito magnético, que es el de la induccion de barras verticales de hierro dulce. Extraño que ningún otro observador se haya manifestado en este mismo sentido.

Modo de observar

El método que hemos seguido en la determinacion de las inclinaciones no difiere en nada del que se acostumbra. Orientado el instrumento, se observa la aguja en cuatro posiciones:

Limbo al E y cara marcada de la aguja al E.;

Limbo al E y marca al W.;
Limbo al W, marca al E.;
Limbo al W, marca al W.

Luego se cambian los polos de la aguja y se repiten las observaciones en órden inverso. Se ha observado siempre la posicion de ambas extremidades de la aguja delante del limbo vertical, y, levantando cada vez la aguja mediante el mecanismo propio de los inclinatorios, se han tomado en cada posicion cuatro observaciones con ocho lecturas. La inclinacion procede, de consiguiente, de 64 lecturas en cada aguja.

La desimantacion se ha hecho siempre por contacto separado, sometiendo cada cara á un número igual (10) de fricciones.

Correccion de las inclinaciones

La teoría nos suministra los medios para corregir la inclinacion que resulta de los ocho promedios parciales de que se ha hecho mencion, pero generalmente los errores que provienen del roce de la aguja y que no se pueden someter á un cálculo enmendatorio, son más grandes que esas pequeñas correcciones. Es por esta razón que no se ha aplicado correccion alguna al resultado directo de la observacion. No obstante, condensamos en el cuadro que sigue, los datos que permiten abrir juicio sobre las calidades de las distintas agujas.

Las abreviaturas empleadas en el encabezamiento de las columnas verticales, se comprenderán con facilidad.

EW significa: limbo al E, marca al W; WE: limbo al W, cara marcada de la aguja al E; su promedio corresponde al ángulo de inclinacion que se observa cuando la cara marcada se encuentra adentro.

B—A es la diferencia que existe entre la inclinacion observada cuando la extremidad B es el polo Norte y aquella que corresponde al polo Norte en A.

Se vé que la aguja II es la mejor equilibrada; la siguen, en órden descendente, las agujas III, 20, 21 y finalmente I. Con la aguja IV no se han tomado observaciones.

En cuanto á la correccion absoluta de las distintas agujas, se han calculado y empleado las siguientes, deducidas de las mismas observaciones:

Inclinacion = Aguja I + 3′7 = Aguja II − 3′7 = Aguja III − 6′0 = Aguja 20 + 0′7 = Aguja 21 − 0′7.

LOCALIDAD	FECHAS		INCLINACION	A NORTE		B NORTE		B − A
	Años	Meses		$\frac{EW. + WE.}{2}$	$\frac{EE. + WW.}{2}$	$\frac{EW. + WE.}{2}$	$\frac{EE. + WW.}{2}$	
			Aguja I					
Rosario de S. F..	1885	Enero 24	28°316	26°31	26°98	30°35	29°62	+3°35
Asuncion.......	»	Febrero 5	16.842	14.84	14.93	19.09	18.51	+3.91
Paraguarí.......	»	» 12	17.678	15.59	15.43	19.91	19.78	+4.33
Formosa.......	»	» 27	18.429	16.43	16.28	20.51	20.49	+4.15
Corrientes......	»	Marzo 3	20.300	17.98	18.61	21.93	22.68	+4.00
Bella Vista.....	»	» 7	22.349	20.21	20.83	24.03	24.33	+3.66
Cañada de Gomez	»	» 29	28.448	27.26	26.29	30.55	29.69	+3.34
Villa María.....	»	Abril 3	28.433	26.45	27.24	30.43	29.61	+3.18
Laguna Larga...	»	» 5	28.165	26.32	26.67	30.23	29.44	+3.34
Chañares.......	»	Mayo 24	28.693	27.04	27.16	30.85	29.72	+3.19
Oncativo.......	»	» 25	28.075	26.11	26.32	30.45	29.42	+3.72
Rio Segundo....	»	» 26	27.992	25.98	26.34	30.33	29.32	+3.66
Tucuman.......	»	Dic. 12	22.348	20.47	20.07	23.70	24.54	+3.55
R. de la Frontera	»	» 19	20.788	18.89	19.19	22.66	22.71	+3.49
Simoca.........	1886	Enero 23	23.167	21.43	21.81	24.71	24.72	+3.10
Lamadrid......	»	» 28	23.655	21.72	22.62	24.95	25.33	+2.97
Lavalle........	»	Febrero 18	23.995	22.10	22.71	25.49	25.68	+3.18
Frias..........	»	» 21	24.312	22.36	22.52	26.26	26.10	+3.74
San Antonio....	»	» 23	25.278	23.53	23.82	27.11	26.65	+3.20
Recreo.........	»	» 25	25.598	23.98	24.34	27.27	26.80	+2.88
Totoralejos.....	»	» 26	25.794	23.65	24.68	27.86	26.99	+3.26
Córdoba........	1887	Enero 14	27.272	27.51	27.89	27.39	26.30	—0.86
»	»	» 14	27.247	27.57	27.85	27.18	26.39	—0.93
Recreo.........	»	Abril 5	24.152	25.59	25.73	23.22	22.07	—3.02

LOCALIDAD	FECHAS		INCLINACION	A NORTE		B NORTE		B-A
	Años	Meses		$\frac{EW.+WE.}{2}$	$\frac{EE.+WW.}{2}$	$\frac{EW.+WE.}{2}$	$\frac{EE.+WW.}{2}$	
				Aguja II				
Rosario S.F.	1885	Enero 24	28°344	28°64	27°70	28°43	28°61	+0°03
Asuncion. ..	»	Febrero 5	16.930	16.54	17.04	17.00	17.14	+0.28
Paraguarí ..	»	» 12	17.799	17.43	17.78	18.04	17.94	+0.39
Formosa ...	»	» 27	18.617	18.41	18.49	18.82	18.75	+0.34
Corrientes ..	»	Marzo 3	20.421	20.05	20.29	20.69	20.65	+0.50
Bella Vista.	»	» 7	22.288	22.25	21.94	22.45	22.51	+0.39
Villa María.	»	Abril 3	28.501	28.30	28.19	28.52	29.00	+0.52
Chañares ...	»	Mayo 24	28.631	28.56	27.93	29.39	28.65	+0.78
Tucuman ...	»	Dic. 12	22.619	22.95	22.77	22.39	22.36	—0.48
Lamadrid ..	1886	Enero 29	23.411	23.56	23.72	22.96	23.40	—0.46
Lavalle.....	»	Febrero 18	24.118	24.63	24.10	23.56	24.18	—0.50
Frias.......	»	» 21	24.700	25.04	24.75	24.41	24.60	—0.39
Cosquin	1887	Marzo 17	27.746	28 25	27.93	27.54	27.28	—0.68
Recreo.....	»	Abril 5	25.377	26.04	25.78	24.64	25.05	+1.06
Santiago ...	»	» 10	23.053	23.32	23.45	22.61	22.83	—0.67
» ...	»	» 11	23.169	23.61	23.29	22.53	23.15	—0.57
Loreto	»	» 17	27.746	28.25	27.92	27.54	27.28	—0.68
				Aguja III				
Córdoba....	1887	Enero 15	27°498	26°81	26°73	28°39	28°08	+1°46
»	»	» 15	27.565	27.18	26.50	28.26	28.33	+1.45
Cosquin	»	Marzo 17	27.719	26.00	26.11	30.48	28.29	+3.32
Santiago ...	»	Abril 11	23.730	21.91	22.03	25.76	25.22	+3.52
Loreto	»	» 15	23.849	22.46	22.73	26.21	24.13	+2.51
				Aguja 20				
Córdoba....	1886	Marzo 28	27° 8'4	27°45'8	27°50'6	27°10'2	27° 7'0	—39'5
»	»	Abril 9	27 19.3	27 57.0	27 49.6	27 6.4	26 24.1	—68.0
San José....	»	» 21	25 58.1	26 21.5	26 30.3	25 42.2	25 18.2	—55.7
Dean Funes.	»	» 26	26 30.2	27 4.4	26 53.0	25 56.4	26 6.9	—57.1

LOCALIDAD	FECHAS		INCLINACION	A NORTE		B NORTE		B−A
	Años	Meses		$\frac{EW.+WE.}{2}$	$\frac{EE.+WW.}{2}$	$\frac{EW.+WE.}{2}$	$\frac{EE.+WW.}{2}$	
Córdoba....	1886	Agosto 10	27°24'.8	27°53'.1	27°51'.9	27° 6'.9	26°47'.3	−55'.4
»	»	Set. 25	27 29.1	28 3.3	28 12.5	26 31.2	27 9.5	−77.6
»	1887	Enero 15	27 38.0	27 49.2	27 23.1	27 53.2	27 26.4	− 3.6
»	»	» 16	27 38.8	27 56.1	28 10.1	27 19.8	27 9.5	−48.5
			Aguja 21					
Córdoba....	1886	Abril 9	27°41'.6	28° 4'.0	28°22'.4	27° 4'.8	27°15'.2	−63'.2
San José...	»	» 21	25 48.6	26 28.4	26 34.0	25 8.7	25 3.3	−85.2
Dean Funes.	»	» 27	26 30.2	27 3.9	27 5.4	26 3.9	25 47.6	−70.4
Córdoba....	»	Set. 25	27 34.0	28 1.3	28 17.6	27 3.6	26 53.6	−70.9
»	1887	Enero 16	27 41.7	28 25.5	28 32.3	26 43.0	27 5.9	−94.5

Reduccion á la época 1890.0.

En otro lugar (¹) se ha dado cuenta de los datos disponibles para el cálculo de la disminucion anual de la inclinacion en el interior de la República. De la comparacion del promedio de las observaciones que hizo efectuar en Córdoba el doctor Gould (1883.6 I = 27°54'4), y del nuestro correspondiente á 1889.5 27°20'2, parece deducirse una disminucion anual de 5'8. Pero el intervalo que media entre esas dos épocas es tan corto, que las diferencias instrumentales, si existen, influyen con un peso bastante grande sobre este resultado. Por esta razon nos ha parecido más justificado tomar en cuenta únicamente las inclinaciones medidas por noso-

---

(¹) O. Doering, *Las manifestaciones*, etc. Este *Boletín*, tomo XII, página 364.

tros. Es cierto que esas observaciones proceden tambien de dos instrumentos distintos; sin embargo, la diferencia entre las dos, si es que existe, es insignificante.

De los promedios

1884.9 I = 27°39′7 (4 determinaciones).
1889.5 I = 27°20′2 (8 determinaciones).

resulta una disminucion anual de 4′24. Comparando las inclinaciones intermedias observadas con las calculadas sobre esta base, descubrimos una concordancia satisfactoria, mientras que la observacion no se acomoda bien al cálculo hecho con una disminucion de 5′8.

Las observaciones

Se presentan ahora en los dos cuadros que siguen, con sus correcciones y valores definitivos. El primero contiene las que se han practicado en Córdoba, el segundo, aquellas que se han hecho en los distintos viajes. Parece superfluo añadir algunas palabras de explicacion.

No damos tampoco aquí las coordenadas geográficas de las localidades; éstas se pueden encontrar en el cuadro final relativo á todos los elementos magnéticos que hemos determinado.

OBSERVACIONES DE LA INCLINACION TOMADAS EN CÓRDOBA

CON SUS CORRECCIONES

FECHAS		Aguja	I_1	Correccion	I	Promedio	Época
Años	Meses y dias						
1884	Octubre 28	I	27°27′.4	+3.7	27°35′.7	27°39′.7	1884.9
»	» 28	II	44.0	−3.7			
»	Diciemb. 28	I	31.7	+3.7	43.6		
»	» 28	II	55.5	−3.7			
1886	Marzo 28	20	28.4	+0.7	29.1	29.8	1886.3
»	Abril 9	20	19.3	+0.7	30.5		
»	» 9	21	41.6	−0.7			
»	Agosto 10	20	24.8	+0.7	25.5	28.5	1886.8
»	Setiemb. 25	20	29.1	+0.7	31.5		
»	» 25	21	34.0	−0.7			
1887	Enero 14	I	15.2	+3.7	18.9	31.1	1887.0
»	» 15	20	38.0	+0.7	38.7		
»	» 15	III	31.9	−6.0	25.9		
»	» 16	20	40.3	+0.7	41.0		
»	» 16	21	41.7	−0.7			
1888	Setiemb. 13	20	15.9	+0.7	20.3	21.1	1888.7
»	» 13	21	24.7	−0.7			
»	Octubre 18	20	21.3	+0.7	21.9		
»	» 18	21	22.5	−0.7			
1889	Junio 3	20	20.1	+0.7	23.4	27 20.2	1889.5
»	» 3	21	26.6	−0.7			
»	» 21	20	22.3	+0.7	19.9		
»	» 21	21	17.5	−0.7			
»	» 21	20	21.7	+0.7	19.8		
»	» 21	21	17.9	−0.7			
»	Agosto 4	20	18.7	+0.7	27 17.6		
»	» 4	21	27 16.5	−0.7			

INCLINACIONES OBSERVADAS POR OSCAR DOERING

LOCALIDAD	FECHAS		Aguja	INCLINACION		I. 1890.0
	Años	Meses y dias		Observada	Corregida	
Rosario de S. F.	1885	Enero 24	I	28°19′.0		
» »	»	» 24	II	28 20.6	28°19′.8	27°59′.0
Asuncion......	»	Febrero 5	I	16 50.5		
»	»	» 5	II	16 55.8	16 53.1	16 32.3
Paraguarí.....	»	» 12	I	17 40.7		
»	»	» 12	II	17 47.9	17 44.3	17 23.5
Formosa......	»	» 27	I	18 25.7		
»	»	» 27	II	18 36.9	18 31.3	18 10.5
Corrientes.....	»	Marzo 3	I	20 18.0		
»	»	» 3	II	20 25.3	20 21.7	20 0.9
Bella Vista....	»	» 7	I	22 20.9		
»	»	» 7	II	22 17.3	22 19.1	21 58.3
C. de Gomez...	»	» 29	I	28 26.8	28 30.5	28 10.2
Villa María....	»	Abril 3	I	28 25.9		
»	»	» 3	II	28 30.1	28 28.0	28 7.7
Laguna Larga..	»	» 5	I	28 9.9	28 13.6	27 53.3
Chañares......	»	Mayo 24	I	28 41.6		
»	»	» 24	II	28 37.8	28 39.7	28 20.2
Oncativo......	»	» 25	I	28 4.5	28 8.2	27 48.7
Rio Segundo...	»	» 26	I	27 59.1	28 2.8	27 43.3
Tucuman......	»	Dic. 12	I	22 20.9		
»	»	» 12	II	22 37.1	22 29.0	22 11.6
R. de la Front..	»	» 18	I	20 47.3	20 51.0	20 33.6
Simoca.......	1886	Enero 23	I	23 10.0	23 13.7	22 57.2
Lamadrid......	»	» 28	I	23 39.3		
»	»	» 28	II	23 24.6	23 32.0	23 15.5
Lavalle........	»	Febrero 18	I	23 59.7		
»	»	» 18	II	24 7.1	24 3.4	23 47.3
Frias.........	»	» 21	I	24 18.7		
»	»	» 21	II	24 42.0	24 30.3	24 14.2
San Antonio...	»	» 23	I	25 16.7	25 20.4	25 4.3
Recreo........	»	» 25	I	25 35.9	25 39.6	25 23.5

LOCALIDAD	FECHAS		Aguja	INCLINACION		I_0 1890.0
	Años	Meses y dias		Observada	Corregida	
Totoralejos	1886	Febrero 27	I	25°47′.6	25°51′.3	25°35′.2
San José......	»	Abril 21	20	25 58.1		
»	»	» 21	21	25 48.6	25 53.4	25 37.7
Dean Funes....	»	» 26	20	26 30.2		
»	»	» 26	21	26 30.2	26 30.2	26 14.5
Cosquin	1887	Marzo 17	III	27 43.1		
»	»	» 17	II	27 44.8	27 44.0	27 32.1
Recreo........	»	Abril 5	I	24 9.1		
»	»	» 5	II	25 22.6	25 18.9	25 7.5
S. del Estero..	»	» 10	III	23 50.5		
» » ..	»	» 10	II	23 3.2		
» » ..	»	» 11	II	23 10.1	23 28.6	23 17.2
Loreto	»	» 14	III	23 50.9		
»	»	» 15	II	23 53.8	23 52.3	23 40.9

OBSERVACIONES DE LA INTENSIDAD HORIZONTAL

En otro lugar (¹) se ha descrito detalladamente la parte del aparato que permite hacer observaciones relativas de la intensidad horizontal: dos deflectores, compuestos de una regla de madera dura pulimentada, en cuyas extremidades se encuentran un par de imanes compensados.

Modo de observar

Un deflector se sujeta, mediante un boton con tornillo de presion, á la tapa de la brújula, de modo que ocupa una po-

---

(¹) Oscar Doering, *Las manifestaciones del magnetismo terrestre en la provincia de Córdoba*, véase este *Boletín*, tomo XII, pág. 335.

sicion normal al meridiano magnético; además, la posicion de los dos sistemas de imanes deflectores es tal que, una vez sujetada la regla, se encuentran á igual altura con la aguja.

Aplicado así el deflector á la brújula, desvía la aguja cierta cantidad hácia un lado (al E. ó al W. del meridiano magnético). Luego se hace correr la brújula con la alidada hasta que la punta de la aguja coincide con el cero de un pequeño arco graduado que se encuentra dentro de la caja de la brújula, tanto en la parte N. como en la del S. Se hace la lectura del limbo, cuando se haya conseguido aquella coincidencia, es decir, cuando el eje del deflector forma ángulo recto con el eje geométrico de la aguja.

En esta posicion del deflector se han hecho invariablemente las 6 observaciones siguientes, leyéndose cada vez los dos verniers del instrumento:

1ª Coincidencia del cero del arco interno con la extremidad N de la aguja.

2ª Coincidencia del arco con la extremidad S de la aguja;

3ª y 4ª Observaciones iguales á 1ª y 2ª, despues de desviar la aguja 2° á 4° de su posicion de equilibrio hácia la mano derecha, mediante un pedacito imantado de acero (parte de una aguja para tejer medias);

5ª y 6ª Observaciones análogas á 3ª y 4ª, con la diferencia de apartar la aguja horizontal hácia la mano izquierda.

Las observaciones 3ª á 6ª se hacían para eliminar la influencia del roce entre la punta afilada del estilo central y las chapas de piedra de las agujas.

Despues de concluir las seis observaciones anteriores, se invertía el deflector, colocando su parte oriental al W. y su occidental al E. y se hacía un número igual de observaciones en las mismas condiciones que acabamos de indicar. En esta posicion del deflector, la aguja se desvía hácia el otro lado del meridiano magnético.

El promedio de las seis observaciones (con 12 lecturas) en la primera posicion del deflector, y el de las seis tomadas con el deflector invertido, suministran dos valores cuya semi-suma indica el punto N. ó S. magnético en el limbo, y cuya semi-diferencia es el ángulo de deflexion φ.

Para ilustrar el modo de observar, insertamos un ejemplo detallado :

Santiago del Estero, 8 Abril de 1887

Aguja I, Deflector I. 10^h — 10^h5 a. m. (marca arriba)

	Extremidad Norte	Extremidad Sud	
	155° 7′ ‖ 8′	155° 5′ ‖ 2′	
	12′ ‖ 14′	10′ ‖ 7′	
	7′ ‖ 10′	10′ ‖ 7′	
Promedio :	155° 9′67	155° 6′83	155° 8′25

Deflector invertido

	202°57′ ‖ 58′	202°55′ ‖ 54′	
	56′ ‖ 57′	55′ ‖ 53′	
	57′ ‖ 58′	55′ ‖ 53′	
Promedio :	202°57′17	202°54′17	202°55′67

Norte magnético = 179°1′96

Angulo de deflexion $\varphi = 23°53'71$

Los senos de esos ángulos de deflexion observados en dos localidades distintas son inversamente proporcionales á sus intensidades horizontales (H) ó

$$\text{sen}\ \varphi_1 : \text{sen}\ \varphi_2 = H_2 : H_1$$

Disponiéndose, como en nuestras observaciones, de dos agujas horizontales I y II y de dos deflectores, resultan en una misma localidad 4 ángulos de deflexion independientes, para calcular la intensidad horizontal.

Siempre que el tiempo lo permitía, se han aplicado los dos deflectores á cada una de las agujas del aparato.

En el cuadro que va á continuacion hemos reunido en órden cronológico todos los ángulos de deflexion observados con el instrumento.

La mayor parte de esos ángulos se refieren á una distribucion tal del magnetismo con la aguja que el polo N. correspondía á aquella punta de la aguja que lleva la marca A. Pero cambiándose hasta fines de 1886 intencionalmente los polos de la aguja en cada observacion de la declinacion, existen tambien valores marcados en el cuadro con * medidos cuando el polo N. correspondía á la extremidad B de la aguja. Observaciones de esta última clase no se han ejecutado en Córba, por cuya razon los valores * no se han tomado en cuenta al reducir los ángulos. Sin excepcion alguna, se han observado las agujas con las marcas arriba.

He aquí los ángulos de deflexion observados :

ÁNGULOS DE DEFLEXION

OBSERVADOS CON EL MAGNETÓMETRO DE DESVIACION BAMBERG NÚMERO 1247

Nº	LOCALIDAD	FECHAS		AGUJA I		AGUJA II	
		Años	Meses y dias	Deflector I	Deflector II	Deflector I	Deflector II
1	Córdoba........	1884	Octubre 15	24° 3′.4	26°42′.8	24°23′.8	26° 2′.2
2	»	»	Diciemb. 28	23 50.0	25 59.8	23 54.4	26 4.4
3	R. de Santa-Fé.	1885	Enero 24	24 45.4	26 28.8	—	—
4	Asuncion.......	»	Febrero 5	24 20.5	26 30.6	24 24.1	26 38.0
5	Paraguarí.......	»	» 12 y 13	24 5.2	26 16.7	24 5.0	26 18.0
6	Asuncion.......	»	» 23	21 32.6*	23 25.2*	—	—
7	Formosa	»	» 26	23 55.3	26 7.8	22 15.6*	24 23.3*
8	Corrientes......	»	Marzo 3	23 58.6	26 9.8	24 22.0	24 29.9*
9	Bella Vista.....	»	» 7	24 4.2	26 14.2	21 51.3*	23 52.3*
10	Cañada de Gomez	»	» 29	23 52.8	26 5.5	24 2.2	26 16.7
11	R. de Santa-Fé.	»	» 31	—	—	24 0.6	26 17.0
12	Villa María.....	»	Abril 3	23 47.0	26 0.8	23 45.0	25 55.6
13	Laguna Larga...	»	» 5	23 38.1	25 50.8	23 45.2	25 58.6
14	Córdoba........	»	Mayo 3	23 35.5	25 44.9	23 39.8	25 49.6
15	Chañares.......	»	» 24	23 53.9	26 4.7	23 46.2	25 56.6

N°	LOCALIDAD	FECHAS		AGUJA I		AGUJA II	
		Años	Meses y dias	Deflector I	Deflector II	Deflector I	Deflector II
16	Oncativo.......	1885	Mayo 25	23°36'.7	25°47'.2	21°34'.8*	23°33'.7*
17	Rió Segundo....	»	» 26	23 48.7	25 57.3	21 35.3*	23 35.9*
18	R. de Santa-Fé..	»	Agosto 28	24 2.3	—	—	—
19	Tucuman.......	»	Diciemb. 11	23 32.7	25 41.6	23 23.0	25 30.1
20	R. de la Frontera	»	» 19	23 29.9	25 41.1	—	—
21	Simoca........	1886	Enero 23	23 20.8	25 36.7	20 53.3*	22 51.2*
22	Lamadrid......	»	» 28	21 36.3*	23 35.8*	23 21.4	25 37.2
23	Lavalle.........	»	Febrero 17	23 25.4	25 35.7	23 23.3	25 34.2
24	Frias..........	»	» 21	23 34.8	25 43.7	23 29.7	25 42.6
25	San Antonio....	»	» 22	24 9.0?	26 34.7?	23 27.7	25 42.6
26	Recreo.........	»	» 24	23 25.3	25 49.5	23 32.5	25 48.0
27	Totoralejos.....	»	» 26	23 33.2	25 45.9	23 34.2	25 45.2
28	Córdoba........	»	Marzo 23	23 46.2	26 0.4	23 49.2	26 2.7
29	San José.......	»	Abril 23	23 39.3	25 51.8	23 44.7	26 4.4
30	Dean Funes.....	»	» 25 y 26	23 52.4	26 5.9	23 51.6	26 9.1
31	Córdoba........	»	Noviemb. 1	—	--	23 47.2	26 0.9
32	»	1887	Enero 10	23 52.9	26 5.0	23 46.5	25 59.7
33	Cosquin........	»	Marzo 16	24 6.2	26 20.1	24 0.9	26 12.0
34	Recreo.........	»	Abril 5	24 0.4	26 12.2	23 56.4	26 10.2
35	S. del Estero...	»	» 8	23 53.7	26 7.1	23 50.9	26 5.1
36	» » ...	»	» 8	—	—	23 53.8	26 8.8
37	» » ...	»	» 9	23 49.0	26 2.6	23 49.3	26 1.7
38	Estacion Loreto.	»	» 12	—	—	23 55.5	26 10.3
39	» »	»	» 13	—	—	23 56.2	26 11.9
40	» »	»	» 14	23 49.3	26 6.0	—	—
41	» »	»	» 14	23 51.3	26 7.5	—	—
42	Córdoba........	1888	Julio 19	24 2.8	26 14.6	24 15.9	26 36.1
43	»	»	Agosto 2	23 55.2	26 7.8	24 8.6	26 23.7
44	»	»	» 16	24 7.4	26 26.0	24 20.9	26 36.2
45	»	»	Setiemb. 16	23 56.5	26 8.9	24 18.7	26 35.2
46	»	»	Octubre 2	24 2.4	26 12.9	24 14.7	26 32.3
47	»	1889	Mayo 8	24 5.7	26 24.8	24 23.1	26 36.9
48	»	1890	Octubre 25	24 8.9	26 19.9	—	26 39.6
49	»	»	» 25	24 6.2	26 25.3	24 29.3	26 40.8
50	»	»	Diciemb. 3	24 5.9	26 24.5	24 25.3	26 39.5

Reduccion de las observaciones

Para calcular la intensidad horizontal H, con los ángulos de deflexion φ observados en las condiciones descritas, tenemos como fórmula más suscinta

$$H = \frac{2m}{d^2 M \operatorname{sen} \varphi},$$

en que m es el momento magnético de los dos sistemas de imanes deflectores;

M el de la aguja observada;

d la distancia entre el centro de la aguja y el de los imanes deflectores.

Siendo invariable d para el mismo aparato (en el nuestro es como de 16.5 centímetros) y suponiendo que m y M no varíen, se puede escribir

$$\frac{2m}{d^2 M} = \text{constante} \qquad \text{y} \qquad H = \frac{\text{constante}}{\operatorname{sen} \varphi}.$$

Cuando es conocida H en una localidad, por observaciones ejecutadas con otro instrumento que da valores absolutos, se puede calcular la constante, que dividida por el sen φ observado en cada localidad, suministra el valor de la intensidad horizontal correspondiente.

Notándose una alteracion de las constantes, es prueba de que m ó M, ó los dos á la vez, se han modificado.

Durante todo el tiempo que abarcan las observaciones que acabamos de reproducir, no ha sido posible, por falta de otro instrumento, proceder á la determinacion de las constantes del nuestro. Es cierto que el doctor G. Neumayer las había determinado antes de hacer remitirme el instrumento, como se ha mencionado ya, pero no tengo conocimiento del resultado de sus determinaciones, y aún cuando hubiese estado en posesion de esos datos, creo que habría adelantado muy poco, pues es más que probable que las constantes ya no eran las mismas cuando dí principio á mis observaciones.

Puesto que el coeficiente de temperatura de los imanes es rara vez una funcion lineal de la temperatura, sinó que generalmente está representado por una ecuacion de segundo grado, la compensacion es de suyo difícil para cualquiera temperatura, si bien se puede realizar con alguna aproximacion para cierta temperatura media. Y es muy dudoso que se hayan tomado en cuenta, con el objeto de la compensacion del momento magnético, temperaturas tan altas, como son las á que ha estado expuesto el instrumento en mis viajes. En Asuncion (Paraguay), por ejemplo, he observado durante seis horas seguidas con una temperatura de más de 40°C en la carpa.

Hay que añadir que el momento, tanto de los deflectores, como de las agujas, debe haberse alterado mucho al pasar el instrumento de una temperatura media mucho más baja, la del Norte de Alemania, á nuestras temperaturas, relativamente altas, y aún despues de aclimatado, por decir así, el instrumento, las constantes no pueden ser invariables, atenta la oscilacion diurna tan pronunciada de la temperatura que tenemos aquí.

Otra causa más de la variacion de las constantes es la desimantacion frecuente de las dos agujas á que hemos aludido más arriba.

A pesar de que todas estas suposiciones llevan el sello de gran probabilidad, no es posible demostrar directamente su exactitud. Sólo se puede proceder á una comparacion de las cuatro distintas constantes en un mismo lugar, la que se efectúa del modo siguiente :

Las constantes están vinculadas con los ángulos correlativos de deflexion por las ecuaciones

$$C_1 : C_2 : C_3 : C_4 = \text{sen}\ \varphi_1 : \text{sen}\ \varphi_2 : \text{sen}\ \varphi_3 : \text{sen}\ \varphi_4$$

en que los índices en su órden natural, corresponden á las combinaciones aguja I con el deflector I, aguja I con el deflector II, aguja II con el deflector I, aguja II con el deflector II.

Los momentos magnéticos de las agujas (M_1 el de la aguja I, M_2 correspondiente á la aguja II) están en la relacion

$$M_1 : M_2 = \text{sen } \varphi_3 : \text{sen } \varphi_1 = \text{sen } \varphi_4 : \text{sen } \varphi_2$$

y los momentos magnéticos de los deflectores I ($2m_1$) y II ($2m_2$) se comparan mediante

$$m_1 : m_2 = \text{sen } \varphi_3 : \text{sen } \varphi_1 = \text{sen } \varphi_4 : \text{sen } \varphi_2.$$

Infiérese, por combinacion de las ecuaciones que anteceden

$$C_3 : C_1 = C_4 : C_2 = \text{sen } \varphi_3 : \text{sen } \varphi_1 = \text{sen } \varphi_4 : \text{sen } \varphi_2.$$

Sobre la base de estas proporciones, se ha hecho un estudio comparativo de las constantes y momentos magnéticos, formando las respectivas diferencias entre los logaritmos de los senos de los ángulos observados.

Resulta que la relacion de los momentos magnéticos de los deflectores (log sen φ_1— log sen φ_2 y log sen φ_3— log sen φ_4) ha quedado, en general, constante, lo que equivale á decir que ambos momentos han variado de un modo uniforme, disminuyendo el uno en la misma proporcion que el otro.

Lo que ha variado de un modo muy irregular, es la relacion de los momentos magnéticos de las dos agujas. Las diferencias log $\frac{\text{sen } \varphi_3}{\text{sen } \varphi_1}$ y log $\frac{\text{sen } \varphi_4}{\text{sen } \varphi_2}$ que, en rigor y suponiendo observaciones libres de errores, habrían de ser iguales, no sólo son siempre desiguales, sinó que cambian frecuentemente de signo, ó, aún, llevan signos contrarios. Esa calidad de las observaciones se opone á reducir la intensidad derivada de un número escaso de ángulos de deflexion al promedio que suministrarían los cuatro valores de esos ángulos.

¿Cuál es la causa de de esa anomalía? A primera vista ocurre buscarla en el tratamiento de las agujas, es decir, en los cambios repetidos de los polos de la aguja que se hacían hasta fines de 1886. Sin embargo, esa suposicion no parece fundada, puesto que se nota el mismo defecto en las observaciones posteriores á aquella época en que los polos no han vuelto á invertirse.

Con más probabilidad, opino que esa desigualdad aparente en la relacion de los momentos de la aguja proviene de los errores sistemáticos de la observacion que se pueden atribuir á la falta de igualdad en las condiciones de equilibrio de las agujas. Estas sirven á la vez para la declinacion y se observan por lo tanto en las dos posiciones, marca arriba y marca abajo. Para poder observar en esas dos posiciones, es necesario quitar la chapa atornillada en un orificio central de la aguja, invertir ésta cambiando las caras superior é inferior y atornillar otra vez la chapa cuyo centro de piedra dura reposa sobre la punta del estilo. En esta manipulacion se altera un poco el equilibrio de la aguja que se restablece para esta posicion, á simple vista, mediante una pequeña corredera metálica, movediza por lo largo de la aguja. Sobre ser difícil establecer un equilibrio perfecto por la simple inspeccion ocular, las paredes laterales de la caja que son de metal con una sola ventanita en cada extremidad, se oponen á una comprobacion prolija de la horizontalidad de la aguja.

Ahora bien, una aguja no del todo bien equilibrada no ocupa la misma posicion en el círculo que cuando su horizontalidad es irreprochable. De los muchos ejemplos que podría reproducir aquí hojeando los diarios de mis viajes, transcribiré sólo el siguiente:

LORETO, Abril 14 de 1887. 10^h5 a. m.

Aguja I, Deflector I

Punta Norte		Punta Sud		
86° 1'	—1'	85°31'	33'	
13'	12'	35'	38'	
8'	6'	29'	31'	
86° 6'50		85°32'83		Promedio : 85°49'67

Va la observacion: «Aguja no bien equilibrada. Se rectifica el equilibrio y vuelve á observarse»:

Punta Norte		Punta Sud		
86°20'	18'	85°38'	41	
20'	18'	45'	47	
12'	10'	37'	40	
86°16'33		85°41'33		Promedio : 85°58'83

Una diferencia de más de 9', debida únicamente á diversidad del equilibrio de la aguja!

A pesar de las mejores intenciones de un observador se introducen errores que muchas veces quedan desapercibidos y no le dan motivo á repetir las observaciones, como se hizo en el caso que nos ocupa.

Sin duda se sacarían mejores resultados con el instrumento, si se pudiese observar con agujas que una vez equilibradas con toda propiedad, se dejarían sin alteracion.

No me consta, si otros exploradores que han trabajado con un instrumento análogo, han podido cerciorarse de los mismos defectos.

La primera determinacion de las constantes pudo hacerse recien el 25 de Octubre de 1890, y se ha efectuado del modo siguiente:

A cierta distancia, de 10 metros, uno del otro se instalaron nuestros instrumentos y el teodolito magnético Bamberg número 2597, cuyas constantes había determinado antes con toda proligidad, y se hicieron, en vista de no haber quien observara simultáneamente conmigo, observaciones de deflexion alternativamente en uno y otro aparato. El ángulo de deflexion de nuestros instrumentos se consideró como correspondiente al promedio de las intensidades horizontales observadas con el teodolito inmediatamente antes y despues de la observacion en el instrumento número 1247.

La comparacion dió los resultados siguientes:

		H	φ	log C
Aguja I, defl. I.....	9^h5 a.	0.26 566	24° 8'9	9.03 616
Aguja II, defl. II....	9^h8 a.	0.26 564	26°19'9	9.07 125
Aguja II, defl. II....	10^h1 a.	0.26 563	26°39'6	9.07 623

Habiendo notado, por las diferencias entre dos observaciones subsiguientes, que existía un friccion bastante grande, cambié el estilo, eligiendo otro que me parecía mejor conservado, y procedí, en la tarde del mismo dia 25 de Octubre, á ejecutar otra serie de observaciones con el resultado que consigno:

		H	φ	log C
Aguja I, defl. I.....	3^h4 p.	0.26 512	24° 6'2	9.03 451
Aguja I, defl. II....	3^h7 p.	0.26 516	26°25'3	9·07 184
Aguja II, defl. I....	3^h0 p.	0.26 506	24°29'3	9.04 088
Aguja II, defl. II....	2^h7 p.	0.26 509	26°40'8	9.07 564

Otra determinacion se hizo el 3 de Diciembre de 1890, de la que resultaban:

		H	φ	log C
Aguja I, defl. I.....	2^h8 p.	0.26 512	24° 5'9	9.03 442
Aguja I, defl. II....	3^h2 p.	0.26 516	26°24'5	9.07 164
Aguja II, defl. I....	3^h5 p.	0.26 524	24°25'3	9.04 006
Aguja II, defl. II...	3^h8 p.	0.26 533	26°39'5	9.07 571

Puesto que la comparacion no tenía objeto práctico—ya no observaba con el instrumento Bamberg 1247 —no se han hecho más observaciones. Siento no haber apuntado las temperaturas, para ver si la compensacion estaba bien hecha.

Por lo que antecede, se comprende que no hay material para deducir de un modo directo la intensidad horizontal de los ángulos de deflexion observados en mis viajes.

En consecuencia me he visto obligado á valerme de un método indirecto que permite determinar provisoriamente la intensidad horizontal. A medida que pueda repetir las mediciones de la intensidad en alguno de los puntos en que he observado con el instrumento número 1247, los valores calculados provisoriamente son susceptibles de correcciones y mejoras.

Este método consiste en calcular la intensidad horizontal correspondiente á las épocas en que había medido ángulos de deflexion en Córdoba, y proceder sobre la base de las constantes que resulten de esta manera, á la reduccion de las demás observaciones.

Indispensable para este objeto es el conocimiento de la variacion secular de la intensidad horizontal.

Para Córdoba tenemos (1) :

1883.5 H = 0.26815 (Dr. Benj. A. Gould).
1890.0 H = 0.26603 (Oscar Doering).

de lo que se deduciría una disminucion anual de sólo 33×10^{-5} unidades C. G. S., muy pequeña é inadmisible.

Haciendo un estudio comparativo de las observaciones de Arch. Mac Rae, De Bernardiéres, B. A. Gould y las mías, infiérese que las de Gould (Rosario de Santa-Fé) no concuerdan bien con las de De Bernardiéres (2), pues arrojan un valor muy bajo, mientras que las mías comparadas con las de Mac Rae y De Bernardières dan la misma variacion anual que las de estos dos exploradores, comparadas entre ellas ([1]). Resulta, pues, que las observaciones del Dr. B. A. Gould, relativas á la componente horizontal, no son directamente comparables con las mías, y que el punto de partida para la intensidad horizontal de Córdoba debe ser el valor que suministran las observaciones mías, ya por la razon expuesta, ya por la otra de que el Dr. Gould no dice si ha determinado de nuevo las constantes del instrumento que recibió á fines de 1874 del «Coast and Geodetic Survey» de los Estados Unidos, siendo así que las de mi teodolito magnético Bamberg 2597 se han determinado con mucha proligidad cada año.

---

(1) Véase el material acopiado en mi trabajo: *Las manifestaciones del Magn. terr. en la provincia de Córdoba.* Este *Boletin*, tomo XII, p. 366.

(2) En el Rosario 1883,2 H = 0.26.830 (De Bernardières).
1883,8 H = 0'.36.301 (B. A. Gould).

Fijando la atencion en mediciones hechas en otras localidades de la República y del continente Sud-Americano, encontramos que la disminucion anual de la intensidad horizontal es, en término medio, de 0.00072 C. G. S., promedio en cuya formacion han entrado los valores siguientes:

Rio Cuarto (Mac Rae, De Bernardières, O. Doering)...	0.00 075
Bellville (M. R., O. D.)...........................	72
Mendoza (M. R., De Bern.)........................	72
Rosario de Santa Fé (M. R., De Bern.)..............	63
Buenos Aires (M. R., De Bern.)....................	65
Santiago de Chile (expedicion Gillis)...............	77
Rio de Janeiro (Dr. van Rijckevorsel)...............	78
Promedio...............	0.00 072

Con este valor de la disminucion por año y tomando como base para 1890.0 $H = 0.26603$, se ha calculado la intensidad horizontal de Córdoba correspondiente á las distintas fechas en que había hecho observaciones del ángulo de deflexion, y sobre esos valores se han determinado las constantes como sigue :

---

[1] Véase el material acopiado en mi trabajo : *Las manifestaciones del magnetismo terrestre en la provincia de Córdoba*, en este *Boletín*, tomo XII, página 366.

CONSTANTES DE DEFLEXION DE BAMBERG 1247 $C = \frac{2m}{d^2M}$

FECHAS			VALORES DE LOGARITMO C			
Años	Meses y dias	H Calculada	AGUJA I		AGUJA II	
			Deflector I	Deflector II	Deflector I	Deflector II
1884	Octubre 15	0.26 98	9.04 129	9.08 377	9.04 701	9.07 342
»	Dic. 28	96	.03 723	.07 256	.03 849	375
1885	Mayo 3	94	270	.06 831	393	.06 954
1886	Marzo 23	87	470	.07 126	556	.07 186
»	Nov. 1	83	—	—	431	071
1887	Enero 10	82	569	.07 153	387	016
1888	Julio 19	71	672	223	.04 041	769
»	Agosto 2	71	454	045	.03 834	451
»	» 16	70	795	505	.04 173	763
»	Setiemb. 16	70	477	059	.04 103	729
»	Octubre 2	69	639	156	.03 986	651
1889	Mayo 8	65	661	389	.04 149	695
1890	Octubre 25	564 (obs.)	616	125	—	623
»	» 25	511 (obs.)	451	184	.04 088	564
»	Dic. 3	521 (obs.)	9.03 442	9.07 164	9.04 006	9.07 571

Respecto de la aplicacion que he dado á las constantes consignadas en el cuadro que precede, menciono los siguientes detalles:

En la reduccion de las observaciones hechas de Enero de 1885 á 5 de Abril de 1885 — Rosario de Santa-Fé, Asuncion, Paraguarí, Formosa, Corrientes, Bella Vista, Cañada de Gomez, Rosario, Villa María y Laguna Larga — se han empleado las constantes relativas al 28 de Diciembre 1884 y al 3 de Mayo 1885. La disminucion sumamente regular de las constantes, que se nota de una hasta otra fecha, se ha considerado como funcion del tiempo pasado desde la primera fecha, calculándose en consecuencia las constantes por interpolacion lineal.

Las observaciones de la intensidad horizontal que hice en Villa María el 4 y 5 de Octubre de 1889 con el teodolito magnético Bamberg 2597 han permitido otra aproximacion más al conocimiento de las constantes del aparato número 1247.

En aquella fecha resultó H = 0.2644 para Villa María. Reducido este valor á la fecha del 3 de Abril de 1885, en que se observaron los ángulos de deflexion contenidos en el cuadro de la página 183 bajo el número 12, es de 0.2676. Con esta cifra se han calculado tambien las constantes del aparato y en vista de que de los dos modos indirectos para averiguar las constantes, ninguno tiene una ventaja sobre el otro, se ha aprovechado el promedio de los dos para la reduccion de las observaciones de Cañada de Gomez, Rosario (31 Marzo), Villa María, Chañares, Oncativo, Laguna Larga y Rio Segundo, que se han hecho casi al mismo tiempo.

Los valores algo distintos de Rosario, Enero 24 y Marzo 31, se han promediado adjudicándose el promedio á 1885.2.

Los ángulos de deflexion observados en Tucuman, Rosario de la Frontera, Simoca, La Madrid, Lavalle, Frías, San Antonio, Recreo (24 Febrero 1886), Totoralejos, San José y Dean Funes se han reducido con las constantes del 23 de Marzo de 1886, pero los valores deducidos así se han corregido mediante la comparacion de los resultados obtenidos en Recreo en dos distintas ocasiones, á saber, el 24 Febrero 1886 y el 5 Abril 1887. La reduccion de los ángulos observados allí la segunda vez, operacion efectuada con las constantes del 10 de Enero 1887 tanto para Recreo, como para Santiago del Estero y Loreto, da un resultado superior en 0.0040 al de la primera medicion, reduciendo antes á una misma época. Suponiendo el promedio de las dos observaciones más aproximadas á la verdad, se ha aumentado en 0.0020 la intensidad horizontal de las localidades visitadas casi al mismo tiempo que Recreo por primera vez — de Tucumán hasta Dean Funes — disminuyéndose á la vez en la misma cantidad los valores correspondientes á Recreo (segunda vez), Santiago del Estero y Loreto.

Para reducir las observaciones hechas en Cosquin, había sólo las constantes del 10 de Enero de 1887, las que han servido en efecto para este procedimiento.

Dados estos pormenores, queda explicado el orígen de los valores parciales que reunimos en el cuadro que sigue, donde está consignado á la vez el valor de la intensidad horizontal que hemos adoptado provisoriamente para cada localidad sobre la base de los datos disponibles para la reduccion.

LOCALIDAD	EPOCA de la observacion	INTENSIDAD HORIZONTAL OBSERVADA				H ADOPTADA
		AGUJA I		AGUJA II		
		Deflector I	Deflector II	Deflector I	Deflector II	
Asuncion......	1885.1	0.26 35	0.26 40	0.26 36	0.26 36	0.26 37
Paraguarí.....	1885.1	59	59	67	65	0.26 62
Formosa......	1885.1	73	71	—	—	0.26 72
Corrientes.....	1885.1	67	67	—	—	0.26 67
Bella Vista....	1885.1	56	59	—	—	0.26 57
R. de Santa-Fé	1885.2	0.25 96	45	57	50	0.26 49
C. de Gomez...	1885.2	0.26 68	65	54	50	0.26 59
Villa María....	1885.2	78	76	84	84	0.26 80
Laguna Larga..	1885.2	94	92	84	79	0.26 87
Chañares......	1885.4	66	69	82	82	0.26 75
Oncativo......	1885.4	97	97	—	—	0.26 97
Rio Segundo..	1885.4	75	81	—	—	0.26 78
R. de Santa-Fé	1885.7	47	—	—	—	0.26 47
Tucuman......	1885.9	0.27 12	0.27 18	0.27 35	0.27 41	0.27 06
R. de la Front..	1885.9	17	19	—	—	0.26 98

LOCALIDAD	EPOCA de la observacion	INTENSIDAD HORIZONTAL OBSERVADA				H ADOPTADA
		AGUJA I		AGUJA II		
		Deflector I	Deflector II	Deflector I	Deflector II	
Simoca	1886.1	0.27 33	0.27 26	—	—	0.27 10
Lamadrid......	1886.1	—	—	0.27 37	0.27 29	0.27 13
Lavalle........	1886.2	25	27	34	34	0.27 10
Frias..........	1886.2	08	14	22	20	0.26 96
San Antonio...	1886.2	—	—	26	20	0.27 03
Recreo........	1886.2	25	05	17	11	0.26 95
Totoralejos	1886.2	11	11	14	16	0.26 93
San José......	1886.3	00	01	0.26 95	0.26 85	0.26 79
Dean Funes....	1886.3	0.26 76	0.26 79	83	77	0.26 79
Cosquin.......	1887.2	58	58	56	62	0.26 79
Recreo........	1887.3	68	70	64	65	0.26 87
S. del Estero..	1887.3	80	78	74	73	0.26 97
» » ..	1887.3	—	—	69	67	
» » ..	1887.3	89	85	77	78	
Loreto	1887.3	88	80	66	65	0.26 93
»	1887.3	84	78	65	62	

En la adoptacion de los valores de H consignados en el cuadro que precede, no se ha tomado en cuenta la oscilacion diurna de la componente horizontal, pues es poco probable que el instrumento sea susceptible de manifestarla, y aun cuando se pudiese admitir ese grado de sensibilidad, la aplicacion de pequeñas correcciones, para reducir la observacion al promedio diurno, sería poco justificada en atencion á que los medios indirectos que hemos puesto en juego para deducir las constantes del aparato, están afectados de una incertidumbre más grande.

Creo que, por lo pronto, las observaciones de deflexion que he ejecutado, no se pueden someter á otro procedimiento más riguroso á fin de derivar la intensidad horizontal.

Oscilaciones de las agujas

Si en la conocida ecuacion $HM = \frac{\pi^2 K}{T^2}$ se consideran constantes K (el momento de inercia de la aguja) y M (su momento magnético), se puede escribir

$$\frac{\pi^2 K}{M} = \text{constante} \qquad \text{y} \qquad H = \frac{\text{constante}}{T^2}$$

en que T es el tiempo necesario para una oscilacion de la aguja.

Observando las oscilaciones de una misma aguja en dos localidades distintas, tenemos las intensidades horizontales (H_1 y H_2) en razon inversa del cuadrado de los respectivos tiempos que la aguja emplea en una oscilacion:

$$H_1 : H_2 = T_2^2 : T_1^2$$

En una localidad donde se conoce el valor de H, se puede determinar aquella constante de la aguja, y ese valor dividido por el cuadrado de T que se observe en otro punto, suministra el valor de H correspondiente á esa segunda localidad.

Ese método, muy en boga antes, no era admisible en nuestros viajes, pues la desimantacion de las agujas alteraba cada vez su momento magnético.

Sin embargo, desde que ya no se cambiaron los polos de las dos agujas, se han observado, algunas veces, oscilaciones cuyo resultado no dejo de presentar.

Se comprende que en agujas que, como las nuestras, oscilan sobre un estilo, la friccion existente no permite gran exactitud en la determinacion de T.

Con el objeto de determinar T, se ha observado cada vez el tiempo empleado en treinta oscilaciones, repitiéndose la observacion á lo menos cinco veces. La elongacion inicial era siempre de 30°. No se ha reducido á arcos infinitamente pequeños, ni á una temperatura normal. Hé ahí los valores observados :

LOCALIDAD	FECHAS		Nº de observaciones	Temperatura	T	H	CONSTANTES (Logaritmos)
	Años	Meses y dias					
		Aguja I					
Córdoba	1887	Enero 3	5	—	1^{s}483	0.26 82	9.77 162
»	»	» 10	15	—	1.477	0.26 82	9.76 722
»	»	» 18	10	—	1.485	0.26 82	9.77 192
»	1888	Setiemb. 16	5	—	1.589	0.26 70	9.82 875
»	»	Octubre 2	5	—	1.603	0.26 69	9.83 621
»	»	» 17	10	28°5	1.609	0.26 69	9.83 947
S. del Estero..	1887	Abril 9	5	29.2	1.475	0.27 24	9.77 177
» ..	»	» 9	5	28.8	1.472		
		Aguja II					
Córdoba	1887	Enero 10	15	—	1^{s}766	0.26 82	9.92 244
»	»	» 18	10	—	1.764	0.26 82	9.92 146
»	1888	Setiemb. 16	5	—	1.973	0.26 70	0.01 677
»	»	Octubre 2	5	—	1.979	0.26 69	0.01 925
»	»	» 17	10	28°5	1.959	0.26 69	0.01 041
S. del Estero..	1887	Abril 9	5	29.0	1.751	0.27 26	9.92 195

Calculando con las constantes de las agujas determinadas en Enero de 1887 la intensidad horizontal de Santiago, resultaría por las oscilaciones, 0.2724 y 0.2726, mientras que las deflexiones suministraban el valor directo 0.2683 (I) y 0.2673 (II). El valor adoptado para Santiago (0.2697) no difiere mucho de 0.2700, promedio de las intensidades calculadas con las oscilaciones y las deflexiones.

OBSERVACIONES DE LA COMPONENTE VERTICAL

Los dos deflectores son aplicables también al inclinatorio, pudiéndose hacer de este modo deflexiones de la aguja vertical para calcular la componente vertical de la intensidad.

En los primeros viajes he ejecutado varias de esas deflexiones, pero no con el objeto de derivar esa componente, sinó con el de encontrar con más rapidez el plano en que debe medirse el ángulo de inclinacion. No habiendo hecho observaciones de esa clase en Córdoba, faltan los datos fundamentales para convencerse de la invariabilidad de las constantes que servirán para la determinacion de la intensidad vertical, razon por la cual no he sometido mis datos al cálculo.

Para ejecutar esas observaciones, se coloca la caja del inclinatorio en el plano normal al meridiano en que la aguja ocupa una posicion perfectamente vertical. Ajustando ahora uno de los deflectores al reverso de la caja, de modo que sus imanes y la aguja de inclinacion se encuentren en un mismo plano vertical, la aguja abandona su posicion de verticalidad inclinándose hácia el lado E. ó W. del meridiano magnético. En seguida se hace correr el limbo horizontal del instrumento con la caja á objeto de buscar el plano en que la aguja, bajo la influencia del deflector, vuelve á recobrar una posicion vertical.

Apuntada la indicacion (varias veces repetida) de los dos verniers, cuando se haya conseguido la verticalidad de la aguja, se invierte el deflector, lo que produce que la aguja se inclina hácia el otro lado del meridiano. Procediendo como antes, resulta otra lectura del limbo horizontal ó más bien otro promedio de varias lecturas, distinto del que se obtuvo antes de invertir el deflector.

La semisuma de las dos lecturas indica el plano normal al meridiano magnético, y su semi-diferencia suministra el ángulo de deflexion que es la medida de la componente vertical de la intensidad.

En una observacion de este género la cara transparente del inclinatorio (el limbo vertical) puede mirar hácia el N. ó hácia el S. (abreviando se dice « limbo al N., limbo al S. ») y en cada una de esas dos posiciones se puede observar la aguja dirigiendo su cara marcada con letras hácia el N. ó hácia el S. (« marca al N., marca al S. »). Y si se tiene presente la facilidad de invertir los polos de la aguja, se comprende que existen ocho posiciones distintas en que se pueden hacer deflexiones y las que deben distinguirse bien, si se trata de aprovechar esas deflexiones para el cálculo de la componente vertical.

La computacion de las observaciones se haría del modo siguiente:

Para la estacion fundamental se calcula la intensidad vertical V mediante la componente horizontal H y el ángulo de inclinacion I por la relacion

$$V = H \operatorname{tang} I.$$

y se observa el ángulo ψ de deflexion de la aguja vertical que corresponde. Midiendo ese angulo, ψ_1, en otra localidad, se calcula la intensidad vertical V_1 de ésta con la ecuacion

$$V : V_1 = \operatorname{tang} \psi_1 : \operatorname{tang} \psi.$$

Se encuentran reunidos en el cuadro que sigue, los ángulos de deflexion ψ que he medido en mis viajes: los valores distinguidos por un asterisco corresponden á una distribucion tal de la polaridad que la punta B de la aguja constituye el polo norte. Todos los demás se han hecho correspondiendo el polo norte á la extremidad A de la aguja.

Nº	LOCALIDAD	FECHAS		ÁNGULOS DE DEFLEXION φ			
				AGUJA I		AGUJA II	
		Años	Meses y dias	Deflector I	Deflector II	Deflector II	Deflector II
1	R. de Santa-Fé.	1885	Enero 24	21°49′.4	23°29′.0	—	—
2	Asuncion.......	»	Febrero 5	21 3.8	22 54.4	21 13.3*	20° 3.1?*
3	Paraguarí.......	»	» 12	21 13.3*	23 54.2*	21 0.6*	23 5.9*
4	Formosa.......	»	» 27	21 7.2*	22 13.8*	21 23.2	22 44.0
5	Corrientes......	»	Marzo 3	20 43.0	23 31.8	20 47.2	22 52.8
6	Bella-Vista.....	»	» 7	20 44.8	23 24.1	20 52.3	23 0.8
7	Cañada de Gomez	»	» 29	21 51.9	23 25.0	—	—
8	Villa María.....	»	Abril 3	21 50.9	23 35.7	21 54.5	24 8.9
9	Chañares.......	»	Mayo 24	21 22.3	23 21.8	—	—
10	Oncativo.......	»	» 25	21 0.6*	23 2.8*	—	—
11	R. de la Frontera	»	Diciemb. 19	21 0.9*	23 12.8*	—	—

Los únicos apuntes relativos á limbo y aguja que encuentro en el diario, son los siguientes:

Asuncion: limbo al S., marca al N.

Corrientes y Bella-Vista : marca opuesta al limbo.

Cañada de Gomez y Villa María: limbo al N., marca al S., combinados con limbo al S., marca al N.

Para finalizar y antes de reproducir condensados los detalles de mis observaciones, dando un extracto del diario, presento en un solo cuadro los resultadas de mis observaciones con el instrumento, reducidos todos á la época 1890.0 y añadiendo la época de la observacion y las coordenadas geográficas de las localidades.

ELEMENTOS TERRESTRE-MAGNÉTICOS OBSERVADOS POR OSCAR DOERING

CON EL MAGNETÓMETRO DE DESVIACION BAMBERG 1247 Y REDUCIDOS Á 1890.0

N°	LOCALIDAD	Latitud Sud	Longitud W. de Greenw.	Altura	Época de la observacion	Declinacion E.	Inclinacion S.	Intensidad horizontal
				metr.				
1	Asuncion....	25°17'.5	57°40'.0	123	1885.1	5°28'.9	16°32'.3	0.26 01
2	Paraguarí ...	25 36.3	57 10.0	152	1885.1	5 30.7	17 23.5	27
3	R. de la Front.	25 48.0	65 6.2	857	1885.9	9 50.5	20 33.6	69
4	Formosa	26 10.7	58 12.5	84	1885.1	5 54.8	18 10.5	37
5	Tucuman....	26 50.5	65 12.0	465	1885.9	10 4.2	22 11.6	77
6	Simoca	27 16.2	65 21.0	317	1886.1	11 8.1	22 57.2	81
7	Corrientes...	27 27.9	58 49.5	77	1885.1	7 17.1	20 0.9	32
8	Lamadrid ...	27 40.8	65 13.5	290	1886.1	11 9.0	23 15.5	85
9	S. del Estero.	27 48.0	64 15.7	214	1887.3	10 42.9	23 17.2	77
10	Loreto	28 16.0	64 9.5	142	1887.3	10 51.3	23 40.9	73
11	Lavalle......	28 16.2	65 5.5	477	1886.2	11 25.1	23 47.3	82
12	Bella-Vista..	28 28.8	59 6.2	65	1885.1	7 9.2	21 58.3	22
13	Frias........	28 41.6	65 8.0	347	1886.2	11 44.3	24 14.2	68
14	San Antonio.	29 0.0	65 6.5	267	1886.2	11 42.8	25 4.3	75
15	Recreo......	29 18.9	65 5.0	223	1886.2 1887.3	11 28.9	25 23.5	67
16	Totoralejos ..	29 39.1	64 50.0	179	1886.2	11 42.0	25 35.2	65
17	San José....	30 0.0	64 37.0	213	1886.3	11 35.4	25 37.7	52
18	Dean Funes..	30 25.0	64 21.0	701	1886.3	11 38.4	26 14.5	52
19	Cosquin.....	31 13.5	64 28.2	720	1887.2	11 45.6	27 32.1	59
20	Córdoba.....	31 24.8	64 12.0	407	1890.0	**11 45.0**	**27 18.1**	**0.26 603**
21	Rio Segundo.	31 40.0	63 53.5	346	1885.4	11 49.5	27 43.3	44
22	Laguna Larga	31 48.0	63 47.0	315	1885.2	11 46.7	27 53.3	53
23	Oncativo	31 56.0	63 44.0	288	1885.4	11 38.2	27 48.7	63
24	Chañares. ...	32 9.5	63 26.7	253	1885.4	11 39.3	28 20.2	41
25	Villa María..	32 25.1	63 14.6	206	1885.2	11 34.3	28 7.7	46
26	C. de Gomez.	32 49.5	61 24.0	86	1885.2	10 22.8	28 10.2	25
27	R. de S.-Fé..	32 56.7	60 38.5	39	1885.2	9 58.2	27 59.0	18

DETALLES

EXTRACTO DEL LIBRO DE VIAJES DE LAS LOCALIDADES VISITADAS

EN ÓRDEN ALFABÉTICO

DETALLES

1. Asuncion (*Paraguay*)

Coordenadas geográficas.—Se ha adoptado la latitud que el 22 de Setiembre de 1875, el actual director del Observatorio Astronómico Nacional, el señor Dr. Juan M. Thome, determinó en

$$\varphi = -25^{\circ}17'32'' \text{ (Plaza del Mercado).}$$

Respecto de la longitud hay que elegir entre los valores siguientes:

Th. I. Page.......	$57^{\circ}42'42''$	al W. de Greenwich.
E. Mouchez.......	57 37 12	
D. R. Congreve...	57 40 0	

He adoptado esta última $= + 3^{h}\,50^{m}\,40^{s}$

La altura de Asuncion (calle de las Palmas) puede considerarse, con H. Toeppen, igual á 123 metros sobre el nivel del mar.

Determinaciones del tiempo.—Durante mi estadía he observado, con el círculo de reflexion, las siguientes alturas corregidas. Reloj: Glashütte. Tiempo civil.

1885 Febrero 6.	$7^{h}22^{m}13^{s}.8$	$\odot$	$28^{\circ}21'58''$	(2 observaciones)
	$\Delta T = + 30^{m}\;2^{s}.6$			
Febrero 8.	$3^{h}10^{m}52^{s}.8$	$\overline{\odot}$	$40^{\circ}48'47''$	(1 observacion)
	5 10 2.3	$\odot$	13 46 0	(4 observaciones)
	$\Delta T = + 30^{m}31^{s}.7$			
Febrero 9.	$3^{h}10^{m}\;3^{s}.1$	$\odot$	$41^{\circ}40'27''.3$	(4 observaciones)
	$\Delta T = + 30^{m}41^{s}.0$			
Febrero 10.	$3^{h}25^{m}14^{s}.7$	$\odot$	$36^{\circ}59'15''$	(6 observaciones)
	$\Delta T = + 30^{m}54^{s}.8$			

Febrero 15. $3^{h}40^{m}50^{s}.9$ $\odot$ $32°35'\ 6''$ (2 observaciones)
$\Delta T = +\ 31^{m}52^{s}.3$
Febrero 17. $8^{h}35^{m}29^{s}.7$ $\odot$ $44°\ 1'42''.4$ (12 observaciones)
$\Delta T = +\ 32^{m}15^{s}.2$
Febrero 17. $4^{h}15^{m}50^{s}.8$ $\odot$ $24°17'51''$ (8 observaciones)
$\Delta T = +\ 32^{m}12^{s}.5$
Febrero 19. $3^{h}48^{m}25^{s}.6$ $\odot$ $30°\ 7'29''$ (3 observaciones)
$\Delta T = +\ 32^{m}28^{s}.2$

Dividiendo esas correcciones del reloj en grupos y formando ecuaciones en que una de las incógnitas es la correccion (ΔT) correspondiente á una época determinada, la otra la marcha diurna del reloj (δT), y tratándolas por el método de los cuadrados mínimos, resultan las siguientes cantidades para el cálculo de los azimutes:

Febrero 5. Mediodia $\Delta T = +\ 29^{m}52^{s}.8$
» 10. » $+\ 30\ 53.0$; δT Feb. $5 - 10 = +\ 12^{s}.0$
» 15. » $+\ 31\ 53.9$; » $10 - 15 = +\ 12.2$
» 19. » $+\ 32\ 28.6$; » $15 - 19 = +\ 8.7$

Para los días Febrero 19-23, en que no se han hecho observaciones del tiempo, adopto como marcha del reloj el promedio de

$$\left.\begin{array}{lll} \text{Asunción.} & \text{Feb. 15-19.} & \delta T = +\ 8^{s}.7 \\ \text{Formosa.} & \text{Feb. 25–Mar. 2} & \delta T = +\ 11.6 \end{array}\right\} \text{Feb. 19-23 } \delta T = +\ 10^{s}.2$$

Todas las observaciones anteriores se han hecho en los balcones y la azotea del Hotel Hispano-Americano, calle de Las Palmas.

Punto de observacion y miras.—Las observaciones de los días 5 á 10 de Febrero de 1885 se han practicado en el Banco de la Laguna, al Norte de la ciudad, á la elevacion de próximamente 1 metro encima del nivel de agua de ésta. A la distancia de 200 á 300 m., al Sur, se encuentran el Cabildo y la casa de Gobierno. Desde el punto elegido, al Oeste, la cruz principal de la iglesia de la Encarnacion (mira II) forma un ángulo de 12°20′ con la torrecita sud-este del Palacio de Lopez (mira I), mientras que las dos otras torrecitas aparecen casi en una línea.

Determinacion del azimut

Febrero 6 a. m. Mira I = 342°7′00

Glash: $7^{h}36^{m}14^{s}.0$ ⊙ 140°15′00 (4 observaciones)
(Azimut del ⊙) A = 93 13 1
Azimut de la mira I = 294 49 2

Febrero 10 a. m. Mira I = 298°10′00

Glash: $9^{h}36^{m}32^{s}.0$ ⊙ 79°55′00 (8 observaciones)
A = 75 33 9
Azimut de la mira I = 293 47 6

Aunque cada una de estas determinaciones es errónea, su promedio

Azimut de la mira I = 294°18′4

parece muy aproximado á la verdad.

Vuelto de Paraguarí hice otra série de observaciones en los suburbios Este de la ciudad, á saber, en la «Cancha de la Sociedad Hípica». Coloqué el instrumento, sin carpa, á 200 metros al Oeste de la casa, debajo de un árbol, sirviéndome de mira A la torre septentrional de la iglesia de San Roque, de mira B su torre Sud, las dos situadas á más de un kilómetro al Oeste.

El azimut de la mira A se determinó como sigue:

Febrero 23, mañana. Mira A 208°45′.0
Mira B 207 55.0

Glash: $7^{h}40^{m}27^{s}.6$ ⊙ 2°7′.3 (8 observaciones)
Azimut del ⊙ 86°2′.9
Azimut de la mira A = 292°40′.6

Declinacion

Febrero 5, a. m. Mira I 338°45′.0

Aguja I. Marca arriba...	50°18′.4	(4 observaciones)		
Corrección	— 7.7			
Norte magnético	50 10.7			
Mira Azimut magnét.	288 34.3			
Azimut astron..	294 18.4			
Declinación	— 5 44.1	(8^h5 a. m.)		
Reduc. al promedio	+ 3.2		— 5°47′.3	(I)
Aguja II. Marca arriba...	50°18′.4			
Corrección	— 8.6			
Norte magnético	50 9.8			
Mira Azimut magnét.	288 35.2			
Azimut astron..	294 18.4			
Declinacion	— 5 43.2	(10^h0 a. m.)		
Reduccion al promedio.	+ 1.4		— 5°44′.6	(II)
		Declinacion. Promedio	— 5 46.0	
		Correccion instrumental...	+ 23.8	
		Febr. 5 de 1885. Declinacion corregida	— 6 9.8	

Febrero 23, a. m. Mira A = 208°45′.0

Aguja I. Marca arriba...	281°50′.62			
Marca abajo....	36.25			
Norte magnético	281 43.4			
Norte astronómico	276 4.4			
Declinacion	— 5 39.0	(8^h5 a. m.)		
Reduccion	+ 3.2		— 5°42′.2	(I)
Aguja II. Marca arriba...	281°22′.2			
Marca abajo....	282 14.9			
Norte magnético	281 48.6			
Norte astronómico,	276 4.4			
Declinacion	— 5 44.1	(9^h5 a. m.)		
Reduccion	+ 2.1		— 5°46′.2	(II)
		Declinacion. Promedio	— 5 44.2	
		Correccion instrumental...	+ 23.8	
		Febr. 23 de 1885. Declinacion corregida	— 6 8.0	

Inclinacion

1885. Febrero 5.

		A Norte	B Norte	
Aguja I.	Limbo E, marca E.....	14°27	17°70	
	» W, » W.....	15 41	19 31	
	» W, » E.....	14 91	19 59	
	» E, » W.....	14 95	18 59	
	Promedio.....	14°89	18°80	16°842 (I)

		A Norte	B Norte	
Aguja II.	Limbo E, marca E.....	16°51	16°28	
	» W, » W.....	17 58	18 01	
	» W, » E.....	17 05	17 37	
	» E, » W.....	16 02	16 62	
	Promedio.....	16°79	17 07	16°930 (II)

Intensidad vertical

Febrero 5. Aguja I. A Norte.

Deflector I.	70°33'.75 28 26.25	$\psi = 21°\ 3'.8$
Deflector II.	26 52. 5 72 41. 3	$\psi = 22°54'.1$

Aguja II. B Norte.

Deflector I.	71°23'. 0 28 55. 4	$\psi = 21°13'.8$
Deflector II.	26 57. 5 67 3. 7	$\psi = 20°\ 3'.1$

Intensidad horizontal

Febrero 5. Aguja I. A Norte.

Deflector I.	74°41'. 9 26 0. 9	$\varphi = 24°20'.5$
Deflector II.	23 51. 6 76 52. 8	$\varphi = 26°30'.6$

Aguja II. A Norte.

Deflector I.	74°45'. 0 25 56. 9	$\varphi = 24°24'.1$
Deflector II.	23 50. 6 77 6. 6	$\varphi = 26°38'.0$

Febrero 23. Aguja I. B Norte.

$$\text{Deflector I.}\quad \left.\begin{array}{r} 260°22'.5 \\ 303\ \ 27.8 \end{array}\right\} \varphi = 21°32'.7$$

$$\text{Deflector II.}\quad \left.\begin{array}{r} 305\ \ 29.7 \\ 258\ \ 39.4 \end{array}\right\} \varphi = 23°25'.2$$

Aguja II. A Norte.

$$\text{Deflector I.}\quad \left.\begin{array}{r} 247°53'.1 \\ 305\ \ 13.8 \end{array}\right\} \varphi = 28°40'.3 \ (\text{Error!})$$

La última observacion fué muy precipitada por amenazar lluvia, la que cayó interrumpiendo las observaciones.

Los mapas del río Paraguay publicados por Page dan como declinacion (para 1855?) 10°9′.

En el mapa de la República del Paraguay, publicado en 1873 por Wisner de Morgenstern encuentro la observacion:

1857 declinacion de la aguja 9°50′ al NE.

2. Bella-Vista (*Provincia de Corrientes*)

$\varphi = 28°28'.8$; $\lambda = 59°6'.2$ (mapas) H = 65 metros.

Determinación del tiempo

1885 Marzo 8 a. m.

Corrección del índice = + 3′0″ ; B = 754^{mm} ; $t = 23°5$

$$\text{Glash.}:\ \left.\begin{array}{l} 8^h\ \ 5^m 26^s.4\ \overline{\odot} \\ 8\ \ \ 7\ \ 58.0\ \underline{\odot} \end{array}\right\} 68°\ 0'\ 0''$$

$$\Delta T = +\ 29^m 59^s.6$$

$$\left.\begin{array}{l} 8^h 21^m 36^s.4\ \overline{\odot} \\ 8\ \ 24\ \ \ 4.4\ \underline{\odot} \end{array}\right\} 74°48'20''$$

$$\Delta T = +\ 29^m 59^s.5$$

$$\left.\begin{array}{r} 8^h 28^m 25^s.2\ \overline{\odot} \\ 30\ \ 56.8\ \underline{\odot} \end{array}\right\} 77°39'40''$$

$$\Delta T = +\ 29^m 59^s.2$$

Alturas correspondientes

Marzo 10.

$\overline{\odot}$	54°0′0″	$7^{h}33^{m}46^{s}.0$	$3^{h}46^{m}12^{s}.0$
$\underline{\odot}$		36 14.8	43 39.2
$\overline{\odot}$	56 0 0	7 38 27.6	3 41 26.4
$\underline{\odot}$		40 53.6	39 2.0
$\overline{\odot}$	58 0 0	7 43 7.6	3 36 45.6
$\underline{\odot}$		45 31.4	34 18.4
$\overline{\odot}$	60 0 0	7 47 45.2	3 32 7.6
$\underline{\odot}$		50 10.8	29 39.2

$\Delta T = + 30^{m}12^{s}.3$

La marcha del reloj $= + 8^{s}08$ se ha calculado por comparacion de las correcciones en Corrientes (Marzo 5) y Córdoba (Marzo 26).

Punto de observacion y miras.—Todas las observaciones se han hecho en la espaciosa quinta (huerta) que tiene detrás de su casa el señor Toribio Jara dueño del hotel en que me había alojado. Este hotel está situado en la esquina Sur-Oeste de la plaza principal.

De mira I me ha servido la punta de la torre de Bella-Vista, como mira II la esquina de una casa situada al E. Su azimut es como sigue:

1885. Marzo 7, tarde. Mira I 40°32′.5
Mira II 207 37.5

Glash.: $4^{h}\ 3^{m}\ 9^{s}.6$ $|\!\odot$ 26°55′.75 (10 observaciones)
4 11 19.1 $\odot\!|$ 25 24.00 (10 observaciones)
A$\odot$ = 83 26.6
Azimut mira I = 290 56.0
Azimut mira II = 98 1.0

Declinación

Marzo 7 a. m. Mira II 207°37′.5

Aguja I. Marca arriba... 116°48′.75 (4 observaciones)
Marca abajo... 55.00 (4 observaciones)

Norte magnético.......	116°51'.9		
Mira II. Azimut magnét.	90 45.6		
Azimut astronómico...	98 1.0		
Declinacion...........	— 7 15.4	(8ʰ2 a. m.)	
Reduccion............	+ 3.4	....	— 7°18'.8 (I)
Aguja II. Marca arriba...	117° 1'.56	(4 observ.)	
Marca abajo...	116 58.44	(4 observ.)	
Norte magnético......	117 0.0		
Mira II. Azimut magnét.	90 37.5		
Azimut astronómico...	98 1.0		
Declinacion...........	— 7 23.5	(11ʰ5 a. m.)	
Reduccion............	— 0.9	....	— 7°22'.6 (II)
		Declinacion. Promedio....	— 7 20.7
		Correccion instrumental....	+ 23.8
Marzo 7 de 1887.		Declinacion corregida......	— 7 44.5

Intensidad horizontal

Marzo 7. Aguja I. A Norte.

Deflector I.	92°53'.5 141 1.9	φ = 24° 4'.2
Deflector II.	143 11.9 90 43.4	φ = 26°14'.2

Marzo 7. Aguja II. B Norte.

Deflector I.	139°15'.9 95 33.3	φ = 21°51'.3
Deflector II.	141 15.6 93 31.0	φ = 23°52'.3

Inclinacion

1885. Marzo 7.

	A Norte	B Norte	
Aguja I. Limbo E, marca E.....	19°74	23°73	
» W, » W.....	21 92	24 93	
» W, » E.....	19 81	24 22	
» E, » W.....	20 60	23 85	
Promedio......	20°52	24°18	22°349

	A Norte	B Norte	
Aguja II. Limbo E, marca E.....	21°15	21°53	
» W, » W.....	22 72	23 50	
» W, » E.....	22 38	22 41	
» E. » W.....	22 13	22 49	
Promedio......	22°09	22°48	22°288 (II)

Intensidad vertical

1885. Marzo 7.

Aguja de inclinacion I. A Norte, marca adentro.

Deflector I.	137°19'.1 95 49.4	$\psi = 20°44'.8$
Deflector II.	93 39.7 140 27.8	$\psi = 23°24'.1$

Aguja de inclinacion II. A Norte.

Deflector I.	139° 5'.9 97 21.2	$\psi = 20°52'.3$
Deflector II.	95 16.5 141 18.1	$\psi = 23° 0'.8$

En sus mapas, Page apunta para Bella-Vista una declinacion de 12°33' (1855?).

3. CAÑADA DE GOMEZ (*Provincia de Santa-Fé*)

$\varphi = -32°49'5$: $\lambda = 61°24'0$ mapas: $H = 86^m$

Esta colonia floreciente, antes sólo estacion del Ferrocarril Central Argentino, es hoy de mucha importancia, pues allí empalman dos ferrocarriles más.

Determinacion del tiempo.—En la tarde del 29 de Marzo se tomaron 2 alturas del ☉, pero tan cerca del horizonte que la observacion era apenas posible. He rechazado la correccion del reloj que resulta de esta determinacion y calculo el error del reloj del modo siguiente:

1885. Marzo 26. 12 mediodia Córdoba ($+4^h16^m48^s$) ΔT = $+11^m31^s.9$
Abril 4. 12 » Villa-María (+ 4 12 57) ΔT = + 16 21 7
Marzo 26–Abril 4. ΔT = + 6.5
Marzo 29. 12 mediodia C. de Gomez (+ 4 5 36) ΔT = + 23 3.3

Punto de observacion y miras.—Se ha observado en la plaza pública, donde puse la carpa más ó menos al centro, en frente de la iglesia. Las miras elegidas eran como sigue:

Mira I, al Oeste, la asta-bandera del restaurant de la Paz.
Mira II, al Este, la asta-bandera de la casa del señor Hansen.
Mira III, al SW., la esquina de un almacen.

Determinacion del azimut

1885. Marzo 29, tarde.

Glash: $4^h35^m15^s.3$ ⊙| 60°59′.3 (7 observaciones)
4 41 34.4 |⊙ 60 38.9 (7 observaciones)

Mira I = 48°10′.0 Mira II = 243°25′.0 Mira III = 0°20′.0

A ⊙ = 78° 9′.2
Mira II. Azimut..... 104 26.7

Declinacion

Marzo 29. Mira II 243°35′.0

Aguja I. Marca arriba...	149°20′.0	(4 observaciones)	
Marca abajo....	24.7	(4 observaciones)	
Norte magnético.......	149 22.3		
Mira II. Azimut magnét.	94 12.7		
Azimut astronómico...	104 26.7		
Declinacion...........	— 10 14.0	(9^h7 a. m.)	
Reduccion............	+ 1.8	....	— 10°15′.8 (I)
Aguja II. Marca arriba...	149°35′.5		
Marca abajo....	32.3		
Norte magnético.......	149 33.9		
Mira II. Azimut magnét.	94 1.1		
Azimut astronómico...	104 26.7		
Declinacion...........	10 25.6	(12^h7 p. m.)	
Reduccion............	— 2.5	....	— 10°23′.1 (II)

1885. Marzo 29. Prom. declin. — 10 19.5 + 23′.8 = — 10 43.3

Intensidad horizontal

Marzo 29. Aguja I. A Norte.

$$\text{Deflector I.}\quad \left.\begin{array}{r} 305°36'.25 \\ 353\ \ 21.88 \end{array}\right\} \varphi = 23°52'.8$$

$$\text{Deflector II.}\quad \left.\begin{array}{r} 355\ \ 37.\ 8 \\ 303\ \ 26.\ 9 \end{array}\right\} \varphi = 26°\ 5'.5$$

Aguja II. A Norte.

$$\text{Deflector I.}\quad \left.\begin{array}{r} 353°32'.\ 8 \\ 305\ \ 28.\ 4 \end{array}\right\} \varphi = 24°\ 2'.2$$

$$\text{Deflector II.}\quad \left.\begin{array}{r} 355\ \ 45.\ 6 \\ 303\ \ 12.\ 2 \end{array}\right\} \varphi = 26°16'.7$$

Inclinacion

1885. Marzo 29.

	A Norte	B Norte	
Aguja I. Limbo E, Marca E.....	26°13	29°59	
» W, » W.....	27 92	29 78	
» W, » E.....	26 61	30 45	
» E, » W.....	26 45	30 65	
Promedio......	26°78	30°12	28°448 (I)

Intensidad vertical

Aguja de inclinacion I. A Norte.

$$\text{Deflector I.}\quad \left.\begin{array}{r} 306°50'.\ 5 \\ 350\ \ 34.\ 2 \end{array}\right\} \psi = 21°51'.9$$

$$\text{Deflector II.}\quad \left.\begin{array}{r} 351\ \ 47.\ 2 \\ 304\ \ 57.\ 1 \end{array}\right\} \psi = 23°25'.1$$

4. CORRIENTES (*Provincia de Corrientes*)

La latitud fué determinada en $-27^\circ 27' 54''8$ por el Dr. J. M. THOME, en Setiembre y Octubre de 1875. La longitud resultó $= 21^m 28^s 7$ al Este de Córdoba ó $= + 3^h 55^m 19^s 5 = 58^\circ 49' 5$ al W. de Greenwich. — $H = 77^m$.

La determinacion del tiempo se hizo el 5 de Marzo de 1885 por alturas del sol tomadas en el Hotel que está situado cerca del puerto.

$\overline{\odot}$	$88^\circ 0' 0''$	$8^h 49^m\ 2^s 0$	$2^h 33^m 32^s 0$
$\underline{\odot}$		51 32.0	31 0.0
$\overline{\odot}$	90 0 0	8 53 45.2	2 28 45.4
$\underline{\odot}$		56 17.6	26 12.4
$\overline{\odot}$	92 0 0	8 58 39.2	2 23 52.0
$\underline{\odot}$		9 1 9.6	21 17.6

Resultado : $\Delta T = + 30^m 10^s 5$

Se calcula (véase *Bella-Vista*) $\delta T = + 8^s 08$.

Punto de observacion y azimut de las miras.—Todas las observaciones magnéticas se han ejecutado fuera de Corrientes, á saber, al Este de la ciudad en la barranca alta que lleva el nombre de «La Batería». A la distancia de 500 metros al Norte hay un cuartel. Desde ese punto dirigí las siguientes visuales:

1875. Marzo 5. Mañana.

Mira I.	$86^\circ 15' 0$	(W.)	Cruz del Cabildo.
Mira II.	100 20.0	(W.)	Mástil de la Aduana.
Mira III.	25 45.0	(S.)	Torre de la Iglesia matriz.

Glash: $7^h 31^m 41^s 1$ $|\odot$ $284^\circ 51' 43$ (7 observaciones)
7 48 19.0 $\odot|$ 283 17.86 (7 observaciones)
A $\odot$ $= 81^\circ 0' 53$

Mira I.	Azimut......	243°10′.9
Mira II.	»	257 15.9
Mira III.	»	182 40.9

Declinacion

1885. Marzo 3. Mañana.

Aguja I. Marca arriba... 263°50′.94 (4 observaciones)
Marca abajo.... 51.56 (4 observaciones)
Norte magnético....... 263 51.2

	Azimut magn.	Azimut astron.	Declinacion
Mira I...............	235°48′.3	243°10′.9	— 7°22′.6
Mira II...............	249 54.5	257 15.9	— 7 21.4
Mira III...............	175 19.5	182 40.9	— 2 21.4

Declinacion........... — 7°21′.8 ($9^{h}.8$ a. m.)
Reduccion............ + 1.7 .... — 7°23′.5 (I)

Aguja II. Marca arriba... 263°52′.19 (4 observ.)
Marca abajo.... 264 15.94 (4 observ.)
Norte magnético....... 264 4.1
Declinacion........... — 7 33.8 ($11^{h}0$ a. m.)
Reduccion............ — 0.2 .... — 7°33′.6 (II)
1885. Marzo 3. Prom. declin. — 7 28.6 + 23′.8 = — 7 52.4

Intensidad horizontal

Marzo 3. Aguja I. A Norte.

$$\text{Deflector I.}\quad \left.\begin{array}{r}287°55'.9\\ 239\ 58.8\end{array}\right\}\varphi = 23°58'.6$$

$$\text{Deflector II.}\quad \left.\begin{array}{r}290\ \ 7.8\\ 237\ 48.1\end{array}\right\}\varphi = 26°\ 9'.8$$

Aguja II. A Norte.

$$\text{Deflector I.}\quad \left.\begin{array}{r}288°13'.8\\ 239\ 29.7\end{array}\right\}\varphi = 24°22'0$$

$$\text{Deflector II.}\quad \left.\begin{array}{r}288\ 14.4\\ 239\ 14.6\end{array}\right\}\varphi = 24°29'.9\ \text{(B Norte)}$$

Inclinacion

Marzo 3.

		A Norte	B Norte	
Aguja I.	Limbo E, marca E....	22°10	18°19	
	» W, » W....	23 26	19 04	
	» W, » E....	21 92	17 62	
	» E, » W....	21 93	18 34	
	Promedio	22°30	18°30	20°300 (I)

		A Norte	B Norte	
Aguja II.	Limbo E, marca E....	19°36	20°49	
	» W, » W....	21 22	20 81	
	» W, » E....	20 08	20 33	
	» E, » W....	20 03	21 05	
	Promedio	20°17	20°67	20°421 (II)

Intensidad vertical

Aguja de inclinacion I.

Deflector I.	284°58′.0 243 32.0	ψ = 20°43′.0
Deflector II.	288 3.0 240 59.5	ψ = 23°31′.8

Aguja de inclinacion II.

Deflector I.	285°49′.5 244 15.1	ψ = 20°47′.2
Deflector II.	288 4.5 242 19.0	ψ = 22°52′.8

En los mapas del rio Paraná por Page se encuentra apuntada para Corrientes: declinacion = — 11°30′ (1855?).

5. COSQUIN (*Provincia de Córdoba*)

$\varphi = -31^\circ 13'.5$; $\lambda = +4^h\ 17^m\ 52^s$; $H = 720^m$

Todas las observaciones se han hecho en el espacioso sitio del Hotel Victoria del señor D. Federico Dilla.

Las determinaciones del tiempo fueron las siguientes:

1887. Marzo 15. Tarde.

Cronómetro. — Glash. ... $+ 14^m 34^s.9$

1.	Glash.	$3^h 53^m 20^s$	-17.5	$\underline{\odot}$	$59^\circ 20'\ 0''$
		56 0	-17.5	$\overline{\odot}$	$20''$
2.	Glash.	3 58 50	-11	$\underline{\odot}$	57 3 40
		4 1 30	-14	$\overline{\odot}$	60
3.	Glash.	4 2 35	-16	$\underline{\odot}$	55 32 40
		5 10	-8	$\overline{\odot}$	60

Correccion del índice.... $+ 1'15''$

Barómetro......... $693^{mm}3$ Temperatura........ $26^\circ 0$

Estas observaciones dan el siguiente resultado:

1.	ΔT Cronómetro	$= -15^m 43^s.2$	Prom. $-15^m 42^s.6$ para 4^h p.m.
2.		41 6	
3.		43 0	

El cielo nublado permitió recien en la tarde del 16 de Marzo tomar otras alturas más del sol. Cronóm. — Glash. $= + 14^m\ 42^s.5$.

4.	Glash.	$2^h 57^m\ 5^s$	-16	$\underline{\odot}$	$80^\circ 51'\ 0''$	‖ $20''$
5.		3 5 35	-11	$\overline{\odot}$	78 41 40	‖ 80
6.		3 9 45	-12	$\underline{\odot}$	76 0 0	‖ 80
		12 30	-8	$\overline{\odot}$		
7.		3 20 0	-7	$\underline{\odot}$	72 0 40	‖ 60
8.		3 31 50	-22	$\overline{\odot}$	68 29 20	‖ 40
9.		3 37 20	-18	$\underline{\odot}$	65 11 0	
		40 0	-16	$\overline{\odot}$	20	

Correccion del índice.... $+ 1'33''7$

Barómetro......... $696^{mm}9$ Temperatura........ $23^\circ 0$

Asimismo se tomaron en la mañana del 17 de Marzo las siguientes:

Cronómetro. — Glash. $= + 14^m 49^s.8$

10.	Glash.	$8^h 48^m 10^s$ — 15	$\overline{\odot}$	68°23′20″	80″
11.		8 51 30 — 11	$\underline{\odot}$	68 32 0	40
12.		8 57 20 — 13	$\overline{\odot}$	72 0 0	60
		9 0 10 — 14	$\underline{\odot}$		
13.		9 2 30 — 18	$\overline{\odot}$	74 0 0	60
		9 5 15 — 10	$\underline{\odot}$		
14.		9 7 40 — 13	$\overline{\odot}$	76 0 0	60
		9 10 30 — 17	$\underline{\odot}$		
15.		9 12 50 — 7	$\overline{\odot}$	78 0 0	40
		9 15 45 — 17	$\underline{\odot}$		
16.		9 18 10 — 15	$\overline{\odot}$	80 0 0	60
		9 21 5 — 13	$\underline{\odot}$		

Correccion del índice.... $+ 1'32''.5$

Barómetro......... $700^{mm}2$ Temperatura....... = 26°1

Combinando las observaciones anteriores para que resulten alturas casi iguales, se deducen las correcciones del cronómetro que van en seguida:

Combinando 4 y 16.....	$\Delta T = - 15^m 44^s.6$	Promedio $\Delta T = - 15^m 43^s.0$ para la media noche de Marzo 16 y 17.
» 5 y 14 y 15	43.0	
» 6 y 14.....	41.9	
» 7 y 12.....	43.2	
» 8 y 10 y 11	42.3	

Finalmente se hicieron algunas observaciones en la tarde del 17 de Marzo.

Cronómetro. — Glash. $= + 14^m 55^s.1$

17.	Glash.	$3^h 24^m 10^s$ — 20	$\underline{\odot}$	69°41′40″	80″
		3 26 50 — 4	$\overline{\odot}$		
18.		3 2 40 — 14	$\underline{\odot}$	78 0 20	—2
		5 30 — 8.5	$\overline{\odot}$		

Combinando 17 con 10 y 11 resulta $\Delta T = - 15^m 40^s.1$
» 18 con 15 » — 15 40.8

1887. Marzo 17. Al mediodia. Promedio. $\Delta T = -$ 15 40.5

Azimut de la mira.—Sirvió de mira I la esquina de una casa situada al SW., á 400 metros de distancia. La mira II la formaba la esquina del mismo hotel al SE. á una distancia de 50 metros.

Para determinar el azimut de la mira I, se han ejecutado las observaciones siguientes:

Marzo 15 p. m.

1.	Cronómetro.......	$5^h41^m24^s.3$	⊙ 286°56'.32	(8 observaciones)
2.		5 46 29.4	⊙ 286 16.45	(8 observaciones)

Mira I. 245°26'.75

Marzo 16 p. m.

3.	Cronómetro.......	$5^h32^m45^s.8$	⊙ 288°23'.50	(8 observaciones)
4.		5 38 42.5	⊙ 287 36.19	(8 observaciones)

Mira I. 245°25'.12

Marzo 17 a. m.

5.	Cronómetro.......	$6^h52^m34^s.3$	⊙ 100°27'.62	(8 observaciones)
6.		6 58 41.6	⊙ 99 40.06	»
7.		7 3 52.5	⊙ 98 59.62	»
8.		7 9 12.6	⊙ 98 16.88	»

Mira I. 245°24'.38

Esas observaciones dan los siguientes resultados:

1.	Azimut del ⊙	+ 86° 4'.33	Azimut de la mira I	232°26'.10
2.		+ 86 44.52		25.78
3.		+ 84 36.68		24.94
4.		+ 85 24.22		24.71
5.		— 87 29.60		26.36
6.		— 86 41.37		25.69
7.		— 86 0.35		25.11
8.		— 85 17.88		25.38

Promedio. Azimut de la mira I........ 232°25'.46

Declinacion

1887. Marzo 16. Mira I. 245°26′.12

Aguja I. Marca arriba...	24°26′.69 (4 observaciones)	
Marca abajo....	28.75 »	
Norte magnético.......	24 27.7	
Declinacion	— 11 27.1 (9ʰ0 a. m.)	
Reduccion	+ 2.8	— 11°29′.9 (I)
Aguja II. Marca arriba...	24°48′.75 (4 observ.)	
Marca abajo....	27.62 »	
Norte magnético.......	24 38.2	
Declinacion...........	— 11 38.4 (10ʰ0 a.m.)	
Reduccion............	+ 1.4	— 11°39′.8 (II)
Aguja II. Marca arriba...	24°51′.37	
Marca abajo....	28.45	
Norte magnético.......	24 39.9 — Mira I. 245°25′.12	
Declinacion...........	— 11 34.5 (4ʰ5 p.m.)	
Reduccion............	— 1.7	— 11°32′.8 (II)
Aguja I. Marca arriba...	24°35′.50	
Marca abajo....	32.44	
Norte magnético.......	24 34.0 — Mira I. 245°25′.00	
Declinacion...........	— 11 34.5 (5ʰ8 p.m.)	
Reduccion............	— 1.3	— 11°33′.2 (I
	Declinacion. Promedio...	— 11 33.9
	Correccion instrumental..	+ 23.8
	Marzo 16 de 1887. Declinacion corregida..	— 11 57.7

Inclinacion

Marzo 17.

		A Norte	B Norte	
Aguja II.	Limbo E, marca E...	27°23	26°34	
	» W, » W...	28 62	28 21	
	» W, » E...	28 30	27 62	
	» E, » W...	28 20	27 45	
	Promedio	28°088	27°405	27°746 (II)

		A Norte	B Norte	
Aguja III.	Limbo E, marca E..	26°04	28°36	
	» W, » W..	26 18	28 22	
	» W, » E..	26 03	32 06	
	» E, » W..	25 98	28 89	
	Promedio ...	26°057	29°382	27°719 (III)

Intensidad horizontal

Marzo 16. Aguja I. A Norte.

Deflector I.	$0^\circ 22'.0$ $48\ 31.4$	$\varphi = 24^\circ\ 6'.2$
Deflector II.	$50\ 54.8$ $358\ 14.6$	$\varphi = 26^\circ 20'.1$

Aguja II.

Deflector I.	$0^\circ 47'.2$ $48\ 49.0$	$\varphi = 24^\circ\ 0'.9$
Deflector II.	$51\ \ 4.7$ $358\ 40.7$	$\varphi = 26^\circ 12'.0$

6. CHAÑARES (*Provincia de Córdoba*)

$\varphi = -32^\circ 9'.5$; $\lambda = 63^\circ 26'.7$; $H = 252^m$

Las observaciones se han ejecutado en el campo libre á 300 metros al Oeste de la estacion del Ferrocarril Central Argentino.

Determinacion del tiempo por alturas correspondientes

1885 Mayo 24.

⨀	55° 0	Glash.	$9^h 37^m 0^s$ — 4	$2^h\ 9^m 25^s$ — 10.5
	55 40		39 45 — 7.5	6 40 — 9
	56 20		42 25 — 9.5	3 55 — 0
	57 0		45 15 — 7.5	1 10 — 12
	57 40		—	1 58 15 — 0.5
	58 20		50 55 — 10.5	55 30 — 8

Resultado: Glash. $\Delta T = +3^m 21^s.4$; $\delta T + 8^s.6$

Como mira ha servido uno de los costados del tacho destinado para la provision de agua de las locomotoras, al NNW., cuyo azimut se ha determinado en 347°17'7 con las observaciones siguientes:

Mayo 24.

$7^{h}47^{m}41^{s}.4$ ⊙........	15°42'.75	(10 observaciones)
Mira..................	306 20. 0	
Azimut ⊙	56 40.45	

Declinacion

1885. Mayo 24. Mira 306°20'.0

Aguja I. Marca arriba...	330°43'.44	(4 observaciones)		
Marca abajo....	30.31	»		
Norte magnético.......	330 36.88			
Declinacion...........	— 11 34. 6	($8^{h}4$ a.m.)		
Reduccion............	+ 1. 3	....	— 11°35'.9	(I)
Aguja II. Marca arriba...	330°36'.25			
Marca abajo....	38.43			
Norte magnético.......	330 37.34			
Declinacion...........	— 11 35. 0	($11^{h}8$ a.)		
Reduccion............	— 0. 3	......	— 11°34'.7	(II)
		Declinacion. Promedio...	— 11 35.3	
		Correccion instrumental.	+ 23.8	
	Mayo 24 de 1885.	Declinacion corregida....	— 11 59.1	

Intensidad horizontal

Mayo 24. Aguja I.

Deflector I.	354°39'.69 306 51.88	φ = 23°53'.9
Deflector II.	304 42.19 356 51.56	φ = 26° 4'.7

Aguja II.

Deflector I.	354°25'.30 306 52.81	φ = 23°46'.2

$$\text{Deflector II.}\quad \left.\begin{array}{r} 304^\circ 44'.69 \\ 356\ \ 37.81 \end{array}\right\} \varphi = 25^\circ 56'.6$$

Intensidad vertical

Aguja de inclinacion I. A Norte.

$$\text{Deflector I.}\quad \left.\begin{array}{r} 352^\circ 38'.\ 0 \\ 309\ \ 53.\ \ 4 \end{array}\right\} \psi = 21^\circ 22'.3$$

$$\text{Deflector II.}\quad \left.\begin{array}{r} 308\ \ 23.75 \\ 355\ \ \ 7.25 \end{array}\right\} \psi = 23^\circ 21'.8$$

Inclinacion

1885 Mayo 24.

		A Norte	B Norte	
Aguja I.	Limbo E, marca E...	26°85	30°18	
	» E, » W...	27 37	30 63	
	» W, » E...	26 71	31 06	
	» W. » W...	27 47	29 27	
	Promedio	27°099	30°288	28°693 (I)

		A Norte	B Norte	
Aguja II.	Limbo E, marca E...	28°06	28°54	
	» E, » W...	27 71	29 35	
	» W, » E...	29 41	29 43	
	» W, » W...	27 79	28 77	
	Promedio.....	28°241	29°021	28°631 (II)

7. DEAN FUNES *(Provincia de Córdoba)*

$\varphi = 30^\circ 25'$; $\lambda = 64^\circ 21'.0$ (mapas); $H = 701$ m.

Determinacion del tiempo.—El alto grado de nebulosidad del cielo no ha permitido tomar alturas correspondientes del sol.

1886. Abril 27.

Cronómetro. — Glash. = — $4^m 29^s.0$

$$\textbf{1.}\quad \text{Glash.}\quad \left.\begin{array}{r} 9^h 36^m 50^s - 15\ \ \overline{\odot} \\ 40\ \ 30\ - 20\ \ \underline{\odot} \end{array}\right\} 68^\circ\ 0'\ \ \ 0'' \,\|\ \ 40''$$

2.	9 42 30 — 14	$\overline{\odot}$	69 40 —40	‖ —40
	46 15 — 17	$\underline{\odot}$		
3.	9 49 35 — 10	$\overline{\odot}$	71 40 —20	‖ —40
	53 30 — 22	$\underline{\odot}$		
4.	9 55 40 — 7.5	$\overline{\odot}$	73 20 —20	‖ —20
	59 40 — 16	$\underline{\odot}$		

Correccion del índice, antes + 2′55″; despues + 2′25″
Promedio + 2 40
Barómetro.......... 708^{mm} Temperatura....... 17°5

Abril 27. 3^h3^m p. m.

Cronómetro — Glash. = — $4^m30^s.2$

5.	Glash.	$3^h\ 6^m\ 0^s$ — 22	$\underline{\odot}$	53°41′20″	‖ —20″
		9 5 — 17	$\overline{\odot}$		

Correccion del índice.... + 2′55″
Barómetro......... 706^{mm} Temperatura....... 19°0

Abril 28. 9^h4^m a. m.

Cronómetro — Glash. = — $4^m31^s.4$

6.	Glash.	$9^h16^m30^s$ — 10	$\overline{\odot}$	61°20′ 0″	‖ —20″
		20 0 — 27	$\underline{\odot}$		
7.		9 21 30 — 6	$\overline{\odot}$	62 54 0	‖ 0
		25 0 — 15	$\underline{\odot}$		
8.		9 26 35 — 14	$\overline{\odot}$	64 27 20	‖ 0
		30 5 — 19	$\underline{\odot}$		
9.		9 31 45 — 22	$\overline{\odot}$	66 1 20	‖ 0
		35 15 — 13	$\underline{\odot}$		

Correccion del índice, antes + 3′10″; despues + 3′10″
Barómetro......... 708^{mm}5 Temperatura....... + 14°5

Resultados

1. Cronómetro ΔT =	$+1^m17^s.1$	Prom. + $1^m15^s.7$ para 9^h8 a. m.
2.	15.7	
3.	14.0	
4.	15.9	
5.	20.3	para 3^h3 p. m.
6.	20.3	Prom. + $1^m16^s.4$ para 9^h3 a. m.
7.	16.2	
8.	16.6	
9.	12.4	

He tomado como mira, la raya vertical de la letra D del letrero de la estacion que se encontraba á 200 metros al NW del punto donde hice todas mis observaciones. Para la determinacion de su azimut existen las observaciones:

Abril 25 p. m.

Glash. $4^h27^m58^s.1$...... ⊙| 14°49'.38 (4 observaciones)
33 53 2...... |⊙ 14 30 12
40 23.9...... ⊙| 13 2 38
Mira........... 27°29'.38 Cronómetro — Glash. = — $4^m33^s.3$
Azimut de la mira: 306°10'.0 ó N. 53°50'.0 W.

Declinacion

Abril 25. Mira 27°28'.12

Aguja II. Marca arriba... 92°44'.37
Marca abajo.... 55.13
Norte magnético....... 92 49.75
Declinacion........... — 11 31.7 (2^h8 p.)
Reduccion............ — 1.5 ...... — 11°30'.2 (II)

Abril 26. Mira 28°38'.75

Aguja I. Marca arriba... 93°61'.50 (4 observ.)
Marca abajo.... 51.56 »
Norte magnético....... 93 56.53
Declinacion........... — 11 29.8 (10^h8 a.)
Reduccion............ + 0.8 ...... — 11°30'.6 (I)
Declinacion. Promedio... — 11 30.4
Correccion instrumental.. + 23.8
Abril 25 y 26 de 1886. Declinacion corregida.. — 11 54.2

Intensidad horizontal

Abril 25. Aguja II.

$$\text{Deflector I.}\quad \left.\begin{array}{r}116°31'.75\\ 68\ 48.58\end{array}\right\}\varphi = 23°51'.6$$

$$\text{Deflector II.}\quad \left.\begin{array}{r}66°31'.25\\ 118\ \ 49.37\end{array}\right\}\varphi = 26°\ \ 9'.1$$

Abril 26.

$$\text{Deflector I.}\quad \left.\begin{array}{r}117°46'.75\\ 70\ \ \ 2.\ 0\end{array}\right\}\varphi = 23°52'.4$$

$$\text{Deflector II.}\quad \left.\begin{array}{r}67\ \ 49.75\\ 120\ \ \ 1.59\end{array}\right\}\varphi = 26°\ \ 5'.9$$

Inclinacion

1886. Abril 26.

	A Norte	B Norte	
Aguja 20. Limbo E, marca E.	27° 7'.6	26°52'.1	
» E, » W.	27 11.8	26 18.0	
» W. » E.	26 57.1	25 34.8	
» W, » W.	26 38.5	25 21.6	
Promedio...	26°58'.75	26° 1'.62	26°30'.2 (20)

1886. Abril 27.

	A Norte	B Norte	
Aguja 21. Limbo E, marca E.	27 13.8	25 50.5	
» E, » W.	27 41.5	26 45.0	
» W. » E.	26 26.3	25 22.8	
» W, » W.	26 57.0	25 44.8	
Promedio...	27° 4'.65	25°55'.77	26°30'.2 (21)

8. FORMOSA *(Gobernacion de Formosa)*

$\varphi = 26°10'.7$; $\lambda = 58°12'.5$ (mapas); $H = 84$ m.

Todas las observaciones se han tomado en el sitio bastante grande que corresponde á la casa de la Gobernacion á una distancia de cerca de 30 metros de todo edificio.

Determinacion del tiempo

1885. Febrero 25. Mañana.

Correccion del índice. = + 2′50″

Glash.	$7^h56^m20^s$ — 0	$\overline{\odot}$	}	68°35′40″	‖ 20″
	58 45 — 10.5	$\underline{\odot}$			
	8 4 25 — 7.5	$\overline{\odot}$	}	72 9 60	‖ 40
	6 50 — 7	$\underline{\odot}$			
	8 11 45 — 1	$\overline{\odot}$	}	75 25 20	‖ 20
	14 10 — 6	$\underline{\odot}$			
	8 17 10 — 6	$\overline{\odot}$	}	77 47 40	‖ 20
	19 35 — 11.5	$\underline{\odot}$			

Calculando aisladamente cada una de esas observaciones, resulta como su promedio $\Delta T = + 31^m30^s1$.

Febrero 27. Mañana.

Correccion del índice, antes..... + 2′ 0″
» » despues... 1 40
Promedio............. + 1 50

Glash.	$8^h 7^m 5^s$ — 8.5	$\overline{\odot}$		73° 1′20″	‖ 20″
	8 17 30 — 19	$\overline{\odot}$	}	77 36 20	‖ 0
	19 50 — 8	$\underline{\odot}$			

Resultado: $\Delta T = + 31^m53^s7$

Alturas correspondientes del $\odot$

Febrero 28.

Correccion del índice en la mañana.. ½ (2′35″ + 2′45″)
Temperatura.................. = 21°0
Correccion del índice en la tarde.... + 2 15
Barómetro...... 752mm5 Temperatura...... = 31 0

$\overline{\odot}$	49°34′	Glash.	$7^h14^m35^s$ — 6	$4^h 5^m60^s$ — 9
$\underline{\odot}$			16 55 — 4.5	3 40 — 4
$\overline{\odot}$	55 12		7 27 15 — 9.5	3 53 20 — 6
$\underline{\odot}$			29 35 — 6.5	50 60 — 9
$\overline{\odot}$	58 39		7 35 0 — 7	3 45 35 — 0.5
$\underline{\odot}$			37 20 — 3	43 20 — 9

Resultado: $\Delta T = + 32^m16^s8$

Febrero 25 á Marzo 2.

$$\delta T = + 11^s.6$$

Determinacion del azimut.—Se ha tomado como mira el asta sobre la azotea de una casa situada á 500 metros próximamente al S.E. Su azimut se ha determinado como sigue:

Febrero 26. Tarde.

Mira........................	11° 5′.0	
Glash: 4^h 7^m $7^s.2$ ☉	162 16.88	(8 observaciones)
4 25 38.8 ☉	160 38.12	»
Azimut del ☉	+ 88 21.37	
Azimut de la mira..........	122 1. 1	

Declinacion

Febrero 26. Mira 12° 5′.0

Aguja I. Marca arriba...	256° 6′.00	(5 observaciones)	
Marca abajo....	3.50	»	
Norte magnético.......	256 4. 8		
Declinacion	— 6 2. 1	(8^h a. m.)	
Reduccion	+ 3. 5		— 6°5′.6 (I)

Febrero 26. Mira 11°50′.0

Aguja II. Marca arriba...	255°51′.67	(6 observ.)	
Marca abajo....	256 25.62	»	
Norte magnético.......	256 8. 6		
Declinacion	— 6 10.3	(1^h5 p. m.)	
Reduccion............	— 3.2		— 6° 7′.1 (II)

Declinacion. Promedio ..	— 6 6.3
Correccion instrumental..	+ 23.8
1885. Febrero 26. Declinación corregida..	— 6 30.1

Intensidad horizontal

Febrero 26. Aguja I.

$$\begin{array}{ll}\text{Deflector I.} & \left.\begin{array}{r}280^\circ\ 1'.25\\ 232\ 10.56\end{array}\right\}\varphi = 23^\circ 55'.3\\ \text{Deflector II.} & \left.\begin{array}{r}230\ \ 0.00\\ 282\ 15.62\end{array}\right\}\varphi = 26^\circ\ 7'.8\end{array}$$

Aguja II. B Norte.

$$\begin{array}{ll}\text{Deflector I.} & \left.\begin{array}{r}278^\circ\ 5'.94\\ 233\ 34.69\end{array}\right\}\varphi = 22^\circ 15'.6\\ \text{Deflector II.} & \left.\begin{array}{r}231\ 33.44\\ 280\ 20.00\end{array}\right\}\varphi = 24^\circ 23'.3\end{array}$$

Inclinacion

Febrero 27.

	A Norte	B Norte	
Aguja I. Limbo E, marca E.....	15°96	20°09	
» E, » W.....	16 39	20 17	
» W, » E.....	16 47	20 85	
» W, » W.....	16 60	20 90	
Promedio.......	16°355	20°503	18°429 (I)

	A Norte	B Norte	
Aguja II. Limbo E, marca E.....	17°70	17°83	
» E, » W.....	18 16	18 70	
» W, » E.....	18 65	18 94	
» W, » W.....	19 28	19 67	
Promedio......	18°449	18°786	18°617 (II)

Intensidad vertical

Aguja I. B Norte.

$$\begin{array}{ll}\text{Deflector I.} & \left.\begin{array}{r}235^\circ\ 28'.44\\ 277\ 42.81\end{array}\right\}\psi = 21^\circ\ 7'.2\\ \text{Deflector II.} & \left.\begin{array}{r}279\ 47.81\\ 233\ 20.31\end{array}\right\}\psi = 22^\circ 13'.8\end{array}$$

Aguja II. A Norte.

Deflector I.	$235°29'50$ $278\ 15.94$	ψ	$= 21°23'2$
Deflector II.	$278\ 45.44$ $233\ 17.50$	ψ	$= 22°41'0$

9. Frias *(Provincia de Santiago del Estero)*

$\varphi = 28°41'6$; $\lambda = 65°8'0$ (mapas): H = 347 m.

Determinacion del tiempo

1886 Febrero 19. Tarde.

Cronómetro. — Glash.... = — $1^{m}52^{s}0$
Correccion del índice.... + $2'31''3$
Barómetro........ = 730^{mm} Temperatura....... = 29°

Glash.	$4^{h}33^{m}50^{s}$ — 35	$\underline{\odot}$	54° 0′	0″	−40″
	36 10 — 17	$\overline{\odot}$			
	4 38 15 — 14.5	$\underline{\odot}$	52 0	0	−40
	40 45 — 18	$\overline{\odot}$			
	4 42 50 — 17	$\underline{\odot}$	50 0	−40	−60
	45 20 — 20	$\overline{\odot}$			
	4 47 20 — 10.5	$\underline{\odot}$	48 0	0	−40
	49 50 — 10	$\overline{\odot}$			

Alturas correspondientes

1886. Febrero 20. Mañana.

Correccion del índice = $\frac{1}{2}$ (+ $3'7''5$ + $3'0''$) = + $3'3''7$
Barómetro......... $729^{mm}6$ Temperatura....... = 20°7
Cronómetro. — Glash.... = — $1^{m}38^{s}4$

1886. Febrero 20. Tarde.

Correccion del índice = + 2′55″
Barómetro......... 725^{mm} Temperatura....... = 29°3
Cronómetro. — Glash.... = — $1^{m}30^{s}2$

Glash.

				Mañana	Tarde
$7^h 39^m 0^s -31$	$4^h 48^m 40^s -14.5$	$\overline{\odot}$	48°0′ 0″	‖ −40″ 0″	‖ 0″
41 30 −36	46 15 −19	$\underline{\odot}$			
7 43 30 −17.5	4 44 5 −11	$\overline{\odot}$	50 0 0	‖ 0 0	‖ 0
45 60 −22	41 40 −18.5	$\underline{\odot}$			
7 48 0 − 8	4 39 30 − 7	$\overline{\odot}$	52 0 0	‖ −20 0	‖ −40
50 30 −12	37 5 −10	$\underline{\odot}$			
7 52 45 −35	4 35 0 −18	$\overline{\odot}$	54 0 0	‖ −20 0	‖ 0
55 5 −15	—	$\underline{\odot}$			

1886. Febrero 21. Mañana.

Correccion del índice.... = + 3′5″
Barómetro ...... 730^{mm} Temperatura...... = 29°
Cronómetro.— Glash.... = − $1^m 20^s.2$

1886 Febrero 21. Tarde.

Correccion del índice.... = + 3′15″
Barómetro ...... 728^{mm} Temperatura...... = 32°.5
Cronómetro.— Glash.... = − $1^m 20^s.1$

Glash.

$10^h 9^m 40^s -23$	$2^h 17^m 30^s -11$	$\overline{\odot}$	112°0′ 0″	‖ 20″
12 30 −34	14 45 −15	$\underline{\odot}$		
10 14 45 −18	2 12 30 −26	$\overline{\odot}$	114 0 0	‖ +40
17 30 −14.5	9 40 −20	$\underline{\odot}$		
10 20 0 −34.5	2 7 15 −19	$\overline{\odot}$	116 0 −20	‖ +20
22 40 −12.5	4 25 −18	$\underline{\odot}$		
10 25 10 −21	2 2 0 −18.5	$\overline{\odot}$	118 0 −20	‖ +60
28 0 −14	1 59 10 −20	$\underline{\odot}$		

Resultados

Febrero 19 á 20. Medianoche. $\Delta T = + 1^m 38^s.9$
» 20. Mediodia.... $\Delta T = + 1\ 37\ 8$ $\delta T = - 3^s.55$
» 21. » ... $\Delta T = + 1\ 33\ 6$

En vista de que me era imposible encontrar en la estacion Frías un sitio conveniente para mis observaciones, trasladé mi carpa á 2 kilómetros fuera de la poblacion, al S. de la misma, donde observé en el campo abierto como á 300 metros al SE. del puente sobre el río Albigasta.

Las dos miras que observaba eran:

Mira I: al N., costado izquierdo del tacho alto de agua de la estacion;

Mira II: el sematoro, al lado del tacho pequeño de agua (NNE.).

Para la determinacion del azimut se han tomado las siguientes visuales:

Febrero 19. Tarde.

Mira I: 281°19′75: Mira II. 285°0′25

1.	Glash.	$5^h42^m\ 9^s.2$	|⊙	164°54′.8	Anteojo I	(4 observaciones)
		5 49 24.3	⊙|	163 36.0	» II	»
2.		5 55 22.2	|⊙	163 28.2	» II	»
		6 2 45.7	⊙|	162 3.9	» I	»

Cronómetro.— Glash.... $= -\ 1^m51^s.2$

Febrero 20. Tarde.

Mira I: 281°15′.50 Mira II: 284°56′.75

3.	Glash.	$6^h26^m55^s$	— 26.5	|⊙	160° 1′.0	Anteojo ?
		6 28 30	— 45.5	⊙|	159 17.0	
		6 29 50	— 39.5	|⊙	159 40.5	

Cronómetro.— Glash.... $= -\ 1^m28^s.7$

Febrero 21. Tarde.

Mira I: 281°12′.75 Mira II: 284°51′.00

4.	Glash.	$3^h41^m5^s.6$	⊙|	179°54′.88	Anteojo I	(4 observaciones)
		3 47 8.7	|⊙	178 15.75	» II	»

Cronómetro.— Glash.... $= -\ 1^m20^s.0$

Resultados

1.	Azimut mira I.........	20°38′.30	Promedio... 20°37′.55
2.	....	36.15	
3.	....	37.80	
4.	....	37.96	

Declinacion

Febrero 20.

Mira I	281°15′.87		
Mira II	284 55.94		
Aguja I. Marca arriba	272° 9′.50	(4 observaciones)	
Marca abajo	10 94	»	
Norte magnético	272 10.22		
Declinacion	— 11 31.9	(8ʰ.2 a. m.)	
Reduccion	+ 3.4		— 11°35′.3 (I

Febrero 21.

Mira I	281°13′.26		
Mira II	284 53.75		
Aguja II. Marca arriba	272°17′.50	(4 observ.)	
Marca abajo	6.00	»	
Norte magnético	272 11.75		
Declinacion	— 11 36.0	(8ʰ.8 a. m.)	
Reduccion	+ 2.9		— 11°38′.9 II
		Declinacion. Promedio	— 11 37.1
		Correccion instrumental	+ 23.8
1886. Febrero 20 y 21.		Declinacion corregida	— 12 0.9

Intensidad horizontal

Febrero 21. Aguja I.

Deflector I.	295°48′.11 248 38.83	φ = 23°34′.8
Deflector II.	246 25.17 297 52.48	φ = 25°43′.7

Aguja II.

Deflector I.	295°52′.00 248 52.67	φ = 23°29′.7
Deflector II.	246 34.25 297 59.50	φ = 25°42′.6

Inclinacion

Febrero 21.

		A Norte	B Norte	
Aguja I.	Limbo E, marca E...	22°.42	26°.41	
	» E, » W...	22.28	25.97	
	» W, » E...	22.45	26.55	
	» W, » W...	22.62	25.79	
	Promedio.....	22°.442	26°.181	24°.312 (I)
Aguja II.	Limbo E, marca E...	23°.78	24°.33	
	» E, » W...	24.95	23.50	
	» W, » E...	25.13	25.32	
	» W, » W...	25.72	24.88	
	Promedio.....	24°.894	24°.506	24°.700 (II)

10. LAGUNA LARGA *(Provincia de Córdoba)*

$\varphi = -31°48'$; $\lambda = 63°47'.0$ (mapas); H = 315 metros

Todas las observaciones se han hecho al E. de la estacion, á una distancia de 100 metros de los rieles, y al N. de las casas. La carpa distaba á lo menos 50 metros de toda casa.

Determinacion del tiempo

1885 Abril 5.

Glash.	$9^h 45^m 0^s$ — 10	$\overline{\odot}$	84°20′60″	40″
	48 40 — 7	$\underline{\odot}$		
	9 50 15 — 9.5	$\overline{\odot}$	85 48 20	0
	54 0 — 14	$\underline{\odot}$		
	9 55 10 — 3	$\overline{\odot}$	87 12 0	0
	59 5 — 7.5	$\underline{\odot}$		
	10 1 0 — 25	$\overline{\odot}$	88 44 20	20
	4 50 — 3.5	$\underline{\odot}$		

Correccion del índice = + 2′5″

Barómetro......... 737mm Temperatura....... = 20°5

Resultado

ΔT Glash. $= + 14^m 17^s.0$
ΔT $= + 8.3$

Determinacion del azimut

Mira I (que era la esquina de una casa situada al Sud).

Abril 5. Tarde. Mira I 343°15′.00

Glash. $4^h 52^m 55^s.5$ .. ☉	25°14′.00	10 obs., alternando ☉ y ☉
Azimut del ☉ ...... +	77 10.65	
Azimut de la mira I..	240 50.35	

Declinacion

Abril 5. Mira I 343°18′.8

Aguja I. Marca arriba..	114°10′.62	(4 observaciones)		
Marca abajo...	11.88	»		
Norte magnético......	114 11.25			
Declinacion..........	— 11 42. 8	(11ʰ0 a. m.)		
Reduccion...........	+ 0. 5	....	— 11°43′.3	(I)
Aguja II. Marca arriba..	114° 6′.88			
Marca abajo...	20.00			
Norte magnético......	114 13.44			
Declinacion..........	— 11 45. 0	(2ʰ7 p. m.)		
Reduccion...........	— 1. 5	....	— 11°43′.5	(II)
		Declinacion. Promedio ...	— 11 43.4	
		Correccion instrumental...	+ 23.8	
	1885. Abril 5.	Declinacion corregida.....	— 12 7.2	

Intensidad horizontal

1885. Abril 5.

Aguja I.

$$\text{Deflector I.}\quad \left.\begin{array}{r} 137°53'.75 \\ 90\ 37.50 \end{array}\right\} \varphi = 23°38'.1$$

Deflector II.	88°25'.31 140 6.88	$\varphi = 25°50'.8$

Aguja II.

Deflector I.	90°21'.88 137 52.19	$\varphi = 23°45'.2$
Deflector II.	140 8.12 88 10.94	$\varphi = 25°58'.6$

Inclinacion

1885. Abril 5.

		A Norte	B Norte	
Aguja I.	Limbo E, marca E...	25°.80	29°.43	
	» E, » W...	26.52	30.20	
	» W, » E...	26.11	30.25	
	» W, » W...	27.55	29.46	
	Promedio.....	26°.496	29°.834	28°.165

11. La Madrid *(Provincia de Tucuman)*

$\varphi = 27°40'.8$; $\lambda = 65°13'.5$; H = 290 metros

Determinacion del tiempo por alturas correspondientes

1886. Enero 28.

Glash.	$10^h16^m\ 0^s$ — 18.5	$2^h12^m15^s$ — 17.5	☉ 123° 0'
	17 30 — 13.5	10 40 — 10	123 40
	19 0 — 8	9 10 — 20	124 20
	20 40 — 20	7 35 — 14	125 0
	22 10 — 10	6 5 — 27	125 40
	24 30 — 13.5	3 45 — 15	126 40
	26 5 -- 15	2 10 — 18	127 20

Resultado

ΔT Glash....... $= -0^m48^s.2$
ΔT Cronómetro.. $= +2\ 22.8$

1886. Enero 29. Mañana.

Correccion del índice = + 2'52".5

Barómetro......... 733^{mm} Temperatura....... = 29°

Glash.	$9^h24^m30^s$	— 24	$\overline{\odot}$	100°15'20"	‖ 80"
	26 50	— 10	$\underline{\odot}$		
	9 28 10	— 27	$\overline{\odot}$	101 52 20	‖ 40
	30 30	— 6	$\underline{\odot}$		
	9 32 15	— 13	$\overline{\odot}$	103 42 20	‖ 80
	35 50	— 21	$\underline{\odot}$	104 11 0	‖ 40
	7 40 10	— 22	$\overline{\odot}$	107 10 20	‖ 40
	42 40	— 31	$\underline{\odot}$		
	9 44 50	— 19	$\overline{\odot}$	109 13 40	‖ 80
	47 15	— 14	$\underline{\odot}$		

Resultado de las observaciones aisladamente calculadas

ΔT Glash....... = − $0^m35^s.6$ } para $9^h.6$ a. m.
ΔT Cronómetro.. = + 2 21.1 }

1886. Enero 29.

Correccion del índice + 2'36".3

Barómetro......... 730^{mm} Temperatura....... 34°

Glash.	$4^h\ 5^m40^s$	— 19	$\underline{\odot}$	71°48'40"	‖ 60"
	8 5	— 20	$\overline{\odot}$		
	4 12 10	— 22	$\underline{\odot}$	68 56 0	‖ 20
	14 35	— 18	$\overline{\odot}$		
	4 17 50	— 16	$\underline{\odot}$	66 25 40	‖ 40
	20 15	— 15	$\overline{\odot}$		

Resultado

ΔT Cronómetro... + $2^m17^s.1$ para $4^h.2$
ΔT Cronómetro... = + 2 19.1 para 12^h m. Enero 29
δT Cronómetro... = + 3.7

La carpa se había establecido fuera del terreno de la estacion, como á 200 metros al W de la misma, en el campo abierto. De allí se dirigían visuales:

1° (Mira I) al depósito de agua en el puente del rio Graneros, á 2 kilómetros de distancia al S.E.

2° (Mira II) á la esquina del parapeto de una casa de material situada á 120 metros al NNE.

El azimut de las miras se determinó como sigue:

Con espejo azimutal

Enero 28. Mañana.

Mira I..................		218°53'.00		
Mira II.................		98 3.25		
Glash. $8^h34^m58^s.6$.......	|⊙	154 17 30	5 observ.	Anteojo I
8 42 7.2.......	⊙|	154 4.30	»	» II
8 50 41.9.......	|⊙	152 21.50	»	» II
8 59 7.8.......	⊙|	152 11.00	»	» I

Azimut de la mira I....	= 155 50. 6	— 45'.6	= 155° 5'.0
Azimut de la mira II...	= 35 0. 9	— 45.6	= 34 15.3
Correccion del azimut por el espejo.......			+ 5.9

Declinacion

1886. Enero 27.

Mira I..................	219° 0'.00		
Mira II.................	98 9.25		
Aguja I. Marca arriba...	74°61'.44	(4 observaciones)	
Marca abajo....	52.38	»	
Norte magnético.......	74 55. 0		
Declinacion...........	— 11 6. 4	($2^h.0$ p.)	
Reduccion............	— 3. 5	.....	— 11° 2'.9 (I

Enero 28.

Mira I..................	218°52'.50		
Mira II.................	98 3.50		
Aguja II. Marca arriba...	74°47'.62		
Marca abajo ...	41.44		
Norte magnético.......	74 44.53		
Declinacion...........	— 11 2. 6	($5^h.7$ p.)	
Reduccion............	— 1. 3	.....	— 11° 1'.3 (II)

	Declinacion. Promedio...	— 11 2.1
	Correccion instrumental..	+ 23.8
1886. Enero 27 y 28.	Declinacion corregida....	— 11 25.9

Intensidad horizontal

Enero 28.

Aguja I. B Norte.

Deflector I.	96°42′.69 53 30.00	$\varphi = 21°36'.3$
Deflector II.	51 22.94 98 34.50	$\varphi = 23°35'.8$

Aguja II. A Norte.

Deflector I.	51°22′.92 98 5.75	$\varphi = 23°21'.4$
Deflector II.	100 25.67 49 11.33	$\varphi = 25°37'.2$

Inclinacion

Enero 28.

		A Norte	B Norte	
Aguja I.	Limbo E, marca E...	21°79	25°19	
	» E. » W...	21 72	24 81	
	» W, » E...	21 71	25 10	
	» W, » W...	23 45	25 46	
	Promedio.....	22°169	25°141	23°655

1886 Enero 29. (á 40 metros al N. de la carpa)

		A Norte	B Norte	
Aguja II.	Limbo E, marca E...	23°25	23°31	
	» E, » W...	23.79	22.67	
	» W, » E...	23.33	23.25	
	» W. » W...	24.20	23.49	
	Promedio.....	23°641	23°180	23°411

12. LAVALLE (*Provincia de Catamarca*)

$\varphi = -28^\circ 16'.2$; $\lambda = 65^\circ 5'.5$ (mapas); H = 477 metros

Determinacion del tiempo

1886. Febrero 17.

Correccion del índice en la mañana... + 2′55″
Barómetro......... 724mm Temperatura........ 26°
Correccion del índice en la tarde..... + 3′5″
Barómetro......... 722mm Temperatura........ 29°

$\overline{\odot}$	120° 0′ 0″ ‖ 60″	Glash.	$10^h 25^m 5^s$ — 18	$2^h 2^m 60^s$ — 9
$\underline{\odot}$			27 50 — 14	0 15 — 10.5
$\overline{\odot}$	122 0		10 30 10 — 12	1 57 55 — 17
$\overline{\odot}$	122 20		31 5 — 12	57 5 — 18
$\overline{\odot}$	123 0		32 50 — 16	55 20 — 15
$\overline{\odot}$	123 20		33 40 — 10	54 30 — 19
$\overline{\odot}$	123 40		34 35 — 17	53 30 — 7
$\overline{\odot}$	124 20		36 20 — 14	51 50 — 18.5
$\overline{\odot}$	125 20		39 0 — 18	49 10 — 14

Cronómetro. — Glash. $= - 1^m 44^s.5$ $- 1^m 46^s.7$
ΔT Cronómetro...... $= + 1\ 54.3$

Alturas correspondientes

1886. Febrero 18.

Correccion del índice en la mañana... + 2′50″
Barómetro.......... 724mm Temperatura........ 23°
Correccion del índice en la tarde..... + 2′22″.5
Barómetro.......... 722mm Temperatura........ 27°

$\overline{\odot}$	102° 0′ 0″ ‖ 0″	Glash.	$9^h 41^m 60^s$ — 27.5	$2^h 46^m 20^s$ — 29
$\underline{\odot}$			44 30 — 19	43 40 — 11
$\overline{\odot}$	104 0 0 ‖ 0		9 46 40 — 13.5	2 41 30 — 19
$\underline{\odot}$			49 20 — 23.5	38 60 — 32
$\overline{\odot}$	106 0 0 ‖ 60		51 30 — 17	36 40 — 15.5
$\underline{\odot}$			54 5 — 13	34 5 — 17

Cronómetro. — Glash. $= - 1^m 47^s.0$ $- 1^m 49^s.7$
ΔT Cronómetro..... $= + 1\ 50.6$

Febrero 18.

$\overline{\odot}$	108° 0′ 0″	‖ 40″; 0″ ‖ 0″	Glash.	$9^h56^m20^s$ — 14	$2^h31^m50^s$ — 13
$\overline{\odot}$	110 0 0	‖ 40 ; 0 ‖ 0		10 1 10 — 12	26 60 — 12
$\overline{\odot}$	111 0 0	‖ 40 ; 0 ‖ 20		3 40 — 20	24 35 — 24
$\underline{\odot}$				6 20 — 22	21 50 — 9
$\overline{\odot}$	112 0 0	‖ 20 ; 0 ‖ 20		8 45 — 17.5	19 30 — 24
$\underline{\odot}$	113 0 0	‖ 40 ; 0 ‖ 40		11 15 — 18	16 60 — 23.5
$\underline{\odot}$	114 0 0	‖ 40 ; 0 ‖ 40		13 45 — 17	14 30 — 20.5

Correccion del índice......	+ 3′22″5	+ 2′47″5
Barómetro................	724^{mm}	722^{mm}
Temperatura.............	25°	27°

Cronómetro. — Glash. = -1^m47^s1 -1^m49^s6

ΔT Cronómetro ...... = $+1^m50^s5$ δT = — 3^s76

Punto de observacion

Campo abierto á 250 m. al SE. de la estacion y á 50 m. de los rieles.

Mira I. Punta del semaforo al N. á 150 metros de distancia.

Mira II. Punto marcado del techo de la estacion.

Determinacion del azimut

1886. Febrero 17. Mañana.

Mira I................	115°17′75
Mira II..............	95 43.25
Correccion Glash	— 1^m43^s6

Glash. $9^h38^m24^s2$.............	$\odot\vert$ 199°18′17	(3 obs.) Ant. I. Esp. I.
9 44 41.1.............	$\vert\odot$ 197 8 67	(3 observaciones)
Correccion por espejo azimutal.	+ 45 57	
Azimut de la mira I	349 24 96	
Correccion por azimut y espejo	— 8 33	
Azimut de la mira I	349 16 63	(1)

Sin espejo

Febrero 17. Tarde.

Mira I..................	115°22′25
Mira II.................	95 48.00
Cronómetro. — Glash....	= — 1^m48^s1

Glash $5^h57^m47^s.2$........	☉|	27°21'.00	(3 observ.)	Anteojo	I.
6 3 7.6........	|☉	27 12.33	(3 »)	»	II.
6 6 34.5........	☉|	26 16 33	(3 »)	»	II.
6 10 13.7........	|☉	26 28.67	(3 »)	»	I.
Azimut de la mira I......		349 16.18	(2)		

Febrero 18. Mañana.

Cronómetro — Glash.... = — $1^m46^s.3$
Mira I................. 115°23'.00

Glash $6^h38^m44^s.5$.......	☉	223°25'.31	(8 observ.) Espejo II.
Azimut de la mira I.....		349 12.04	
Correccion por espejo II.	+	5.88	
Azimut de la mira I....		349 17.92	(3)

Declinacion

Febrero 17. Mira I: 115°17'.50

Aguja I. Marca arriba.....	137°24'.08		
Marca abajo......	27.42		
Norte magnético........	137 25.75		
Declinacion...........	— 11 23.0	($12^h.1$ m.)	
Reduccion.............	— 1.7	......	11°21'.3 (I)

Febrero 17. Mira I: 115°21'.88

Aguja II. Marca arriba...	137°22'.08		
Marca abajo....	19.67		
Norte magnético.......	137 20.88		
Declinacion	— 11 15.9	($5^h.4$ p.)	
Reduccion.............	— 1.4	......	— 11°14'.5 (II)

Declinacion. Promedio...	— 11 17.9
Correccion instrumental..	+ 23.8
1886. Febrero 17. Declinacion corregida....	— 11 41.7

Intensidad horizontal

Febrero 17. Aguja I.

Deflector I. $\left.\begin{matrix}113°53'.08\\160\ 43.92\end{matrix}\right\}\varphi = 23°25'.4$

Deflector II. $\left.\begin{matrix}162\ 58.\ 42\\111\ 47.\ (8\end{matrix}\right\}\varphi = 25°35'.7$

Aguja II.

$$\text{Deflector I.}\quad \left.\begin{matrix}160°50'.58\\ 114\ \ 4.08\end{matrix}\right\}\ \varphi = 24°23'.3$$

$$\text{Deflector II.}\quad \left.\begin{matrix}111\ 55.91\\ 163\ \ 4.42\end{matrix}\right\}\ \varphi = 25°34'.2$$

Inclinación

Febrero 18.

		A Norte	B Norte	
Aguja I.	Limbo E, marca E.....	22°20	25°93	
	» E, » W.....	21 96	25 51	
	» W, » E.....	22 24	25 47	
	» W, » W.....	23 22	25 43	
	Promedio.....	22°406	25°584	23°995 (I)

		A Norte	B Norte	
Aguja II.	Limbo E, marca E.....	23°58	24°35	
	» E, » W.....	24 96	23 20	
	» W, » E.....	24 30	23 93	
	» W, » W.....	24 62	24 00	
	Promedio.....	24°365	23 869	24°118 (II)

13. LORETO *(Provincia de Santiago)*

$\varphi = -28°16.0$; $\lambda = 64°9'.5$ (mapas); $H = 142$ metros

Mis observaciones no se han hecho en la villa de Loreto, sinó en la estacion de ferrocarril que está situada algunas leguas al Oeste de la villa.

La carpa en que se hicieron las mediciones, estaba al Suroeste de la estacion, en el campo. Á 60 metros alrededor no había ni rieles ni casas. Como mira única, ha servido una raya al lado de la ventana de la casilla situada al Sur.

Determinación del tiempo

1887 Abril 12.

Corrección del índice = + 1°7′42″5; B = 759^{mm}; T = 23°

1	Cronómetro:	$10^{h}45^{m}45^{s}$ — 15 $\overline{\odot}$	93°20′20″ ‖ 21′40″
2		50 10 — 9 $\underline{\odot}$	
3		1 43 5 — 8 $\overline{\odot}$	93°22′20″ ‖ 23′40″
4		47 25 — 16 $\underline{\odot}$	

(Temperatura = 27°)

Combinando esas observaciones y considerándolas como alturas casi correspondientes, resulta:

ΔT Cronómetro = — 15^{m}58^{s}0 (Abril 12, mediodia)

5	Cronómetro:	$3^{h}20^{m}0^{s}$ — 8 $\underline{\odot}$	63° 0′ — 40″ ‖ — 20″
6		23 0 — 19 $\overline{\odot}$	
7		3 25 35 — 31 $\underline{\odot}$	61° 0′ — 40″ ‖ — 20″
8		28 20 — 18 $\overline{\odot}$	
9		3 30 45 — 18 $\underline{\odot}$	59° 0′ 0″ ‖ 0″
10		33 35 — 14 $\overline{\odot}$	

Correccion del índice... + 1°7′37^{s}5

Barómetro......... 754^{mm} Temperatura....... 24°5

Abril 13.

11	Cronómetro:	$8^{h}55^{m}40^{s}$ — 11 $\overline{\odot}$	57°0′ 0″ ‖ 20″
12		58 30 — 10 $\underline{\odot}$	
13		9 0 55 — 6 $\overline{\odot}$	59°0′ 20″ ‖ 40″
14		3 50 — 11 $\underline{\odot}$	
15		9 6 15 — 6 $\overline{\odot}$	61°0′ 0″ ‖ 0′
16		9 10 — 11 $\underline{\odot}$	
17		9 11 40 — 40 $\overline{\odot}$	63°0′ — 20″ ‖ 0″
18		9 17 5 — 7 $\overline{\odot}$	65°0′ 20″ ‖ 0″
19		20 5 — 14 $\underline{\odot}$	

Correccion del índice.... + 1°7′50″

Barómetro......... 751^{mm} Temperatura........ 18°7

20	Cronómetro:	$3^{h}29^{m}25^{s}$ — 19 $\underline{\odot}$	59°0′ 0″ ‖ 0″
21		32 10 — 8 $\overline{\odot}$	

22	Cronómetro:	$3^h34^m40^s$ — 14	$\underline{\odot}$	57°0′	0″ ‖	0″
23		37 25 — 7	$\overline{\odot}$			
24		3 39 55 — 15	$\underline{\odot}$	55°0′	0″ ‖	0″
25		42 40 — 10	$\overline{\odot}$			
26		3 45 10 — 16	$\underline{\odot}$	53°0′	— 40″ ‖	— 40″
27		47 55 — 14	$\overline{\odot}$			

Correccion del índice.... + 1°7′22″5

Barómetro......... 747^{mm} Temperatura........ 28°5

Si se combinan las observaciones números 6 á 10 con los números 13 á 17, se deduce

ΔT Cronómetro = — 16^m4^s8 (medianoche de Abril 12-13)

Igualmente, de la combinacion de los números 11 á 14 con los números 20 á 23:

ΔT Cronómetro = — 16^m8^s5 Abril 13, mediodia

Alturas correspondientes

Abril 14.

Mañana: Correccion del índice + 1°7′50″

Barómetro........ 750^{mm} Temperatura.... = 22°5

Tarde: Correccion del índice + 1°7′45″

Barómetro........ 747^{mm} Temperatura.... = 29°6

	Cronómetro:					Mañana	Tarde
28	$8^h46^m\ 5^s$ — 13	$3^h46^m35^s$ — 21	$\overline{\odot}$	53°0′	0″ ‖	20″:	20″ ‖ 0″
29	48 55 — 17	43 45 — 16	$\underline{\odot}$				
30	8 51 20 — 15	3 41 20 — 15	$\overline{\odot}$	55°0′	40″ ‖	0″;	20″ ‖ 20″
31	54 5 — 8	38 35 — 20	$\underline{\odot}$				
32	8 56 35 — 20	3 36 5 — 18	$\overline{\odot}$	57°0′	— 40″ ‖	— 40″:	20″ ‖ 0″
33	59 25 — 17	33 15 — 18	$\underline{\odot}$				
34	9 1 55 — 18	3 30 45 — 13	$\overline{\odot}$	59°0′	0″ ‖	— 20″:	20″ ‖ 28″
35	4 45 — 15	27 55 — 18	$\underline{\odot}$				
36	9 7 15 — 18	3 25 25 — 14	$\overline{\odot}$	61°0	0″ ‖	0″;	0″ ‖ 0″
37	9 12 40 — 14	3 20 0 — 16	$\overline{\odot}$	63°0′	20″ ‖	0″:	20″ ‖ 0″

ΔT Cronómetro = — 16^m6^s8 (mediodia, Abril 14)

Abril 15.

				Mañana	Tarde
38	$9^h\ 8^m 25^s - 13$	$3^h 23^m 55^s - 15\ \overline{\odot}$	61°0′	0″ ‖ 0″;	20″ ‖ 0″
39	11 25 — 21	21 0 — 13 $\underline{\odot}$			
40	9 13 55 — 16	18 25 — 9 $\overline{\odot}$	63°0′	0″ ‖ 0″;	0″ ‖ 0″

Correccion del índice..... + 1°7′52″5

Barómetro....... 751^{mm}; 748^{mm} Temperatura..... 24°; 33°

ΔT Cronómetro = — $16^m 13^s 4$ (mediodia, Abril 15)

Determinacion del azimut

Abril 12. Mañana. Mira I. 275°36′88

1	Cronómetro.......	$8^h 35^m\ 8^s 9\ \odot$ 162° 8′62	(8 observaciones)
2		8 50 14.0 $\odot$ 159 35.25	(8 observaciones)

Estas observaciones se han hecho con el espejo azimutal.

Abril 12. Tarde. Mira I 275°37′50

3	Cronómetro.......	$5^h 30^m 53^s 3\ \odot$ 22°18′12	(8 observaciones)
4		5 35 58.4 $\odot$ 21 40.75	(8 observaciones)

Abril 13. Mañana. Mira I. 275°36′87

5	Cronómetro.......	$6^h 59^m 12^s 4\ \odot$ 176° 0′25	(4 observaciones)
6		7 6 13.2 $\odot$ 175 8.75	»

Abril 14. Mañana. Mira I. 275°44′88

7	Cronómetro.......	$7^h\ 7^m 10^s 3\ \odot$ 174°48′38	(4 observaciones)
8		7 13 16.1 $\odot$ 174 2.25	»

Abril 14. Tarde. Mira I. 275°45′38

9	Cronómetro.......	$5^h 31^m 21^s 1\ \odot$ 22°56′00	(4 observaciones)
10		5 35 49.3 $\odot$ 22 39.88	»

Mira 275°44′00

Resultados

Azimut de la mira. Observac.	1...	177°22'05	(con espejo)
	2...	22.35	(con espejo)
	3...	176 32.89	(sin espejo)
	4...	32.73	
	5...	35.87	
	6...	35.28	Promedio
	7...	35.77	(3–10)
	8...	35.94	176°34'82
	9...	35.42	
	10..	34.66	

Declinacion

Abril 12. Mira 275°36'62

Aguja I. Marca arriba...	109°44'55	(5 observaciones)	
Marca abajo....	41.44	»	
Norte magnético.......	109 43.00		
Declinacion...........	— 10 41. 2	11^h5 a.m.	
Reduccion............	+ 0. 0	....	— 10°41'2 (I)

Aguja II. Mira 275°36'38

Marca arriba..........	109°57'25	(5 observ.)	
Marca abajo...........	35.50	»	
Norte magnético.......	109 46.38		
Declinacion...........	— 10 44. 8	(2^h0 p.)	
Reduccion............	— 1. 9	......	— 10°42'9 (II)
		Declinacion. Promedio...	— 10 42.1
		Correccion instrumental.	+ 23.8
	Abril 12 de 1887.	Declinacion corregida....	— 11 5.9

Abril 13. Mira 275°36'50

Aguja II. Marca arriba...	109°37'50	(5 observ.)	
Marca abajo....	33.35	»	
Norte magnético.......	109 35.42		
Declinacion...........	— 10 33. 7	(9^h0 a.m.)	
Reduccion............	+ 1.8	....	— 10°35'5 (II)

Aguja I. Mira I. 275°35'.75

Marca arriba..........	109°50'.58	(5 observ.)	
Marca abajo...........	26.35	»	
Norte magnético.......	109 38.47		
Declinacion...........	— 10 37.5	(11^h2 a.m.)	
Reduccion............	+ 0.3		— 10°37'.8 (I)
		Declinacion. Promedio...	— 10 36.7
		Correccion instrumental..	+ 23.8
	Abril 13 de 1887.	Declinacion corregida..	— 11 0.5

Abril 14. Mira 275°43'.88

Aguja I. Marca arriba...	109°47'.95	(5 observaciones)	
Marca abajo....	47.18	»	
Norte magnético.......	109 47.56		
Declinacion	— 10 39.4	(9^h7 a. m.)	
Reduccion	+ 1.9		— 10°41'.3 (I)

Aguja II. Mira 275°45'.00

Marca arriba..........	109°59'.67	(4 observ.)	
Marca abajo..........	36.50	»	
Norte magnético.......	109 48.08		
Declinacion...........	— 10 37.9	(5^h5 p.m.)	
Reduccion............	— 0.5		— 10°37'.4 (II)
		Declinacion. Promedio....	— 10 39.3
		Correccion instrumental...	+ 23.8
	Abril 14 de 1887.	Declinacion corregida	— 11 3.1

Intensidad horizontal

Abril 12. Aguja II.

Deflector I.	85°58'.08 133 49.08	φ = 23°55'.50
Deflector II.	135 65.83 83 45.33	φ = 26°10'.25

Abril 13. Aguja II.

Deflector I.	85°39'.16 133 31.58	φ = 23°56'.21

Deflector II.	135°50'.25 83 26.41	φ = 26°11'.92

Abril 14. Aguja I.

Deflector I.	85°58'.83 133 37.40	φ = 23°49'.28
Deflector II.	135 54.92 83 42.92	φ = 26° 6'.00

Aguja I.

Deflector II.	135°57'.83 83 42.91	φ = 26° 7'.46
Deflector I.	85 55.91 133 38.50	φ = 23°51'.30

Inclinacion

Abril 15.

		A Norte	B Norte	
Aguja II.	Limbo E, marca E...	24°27	22°63	
	» E, » W...	23 61	23 10	
	» W, » E...	24 63	22 93	
	» W. » W...	26 69	23 31	
	Promedio	24°799	22°993	23°896 (II)

		A Norte	B Norte	
Aguja III.	Limbo E. marca E...	22°48	24°51	
	» E, » W...	21 99	24 53	
	» W, » E...	22 92	27 63	
	» W, » W...	22 99	23 75	
	Promedio.....	22°594	25°104	23°849 (III)

14. Oncativo *(Provincia de Córdoba)*

φ = 31°56: λ = 63°44'0 (mapas): H = 288 m.

Las observaciones se han hecho en el territorio de la estacion, como á 6 metros al SO. de la casa.

Determinacion del tiempo

1885. Mayo 25.

Glash.	$8^h50^m45^s$ — 2.5	$\underline{\odot}$	42° 0′	$2^h57^m10^s$ — 7
	53 0 — 7	$\underline{\odot}$	42 40	55 0 — 5
	55 55 — 10.5	$\underline{\odot}$	43 20	52 50 — 4.5
	57 25 — 8	$\underline{\odot}$	44 0	50 30 — 3
	59 40 — 0	$\underline{\odot}$	44 40	48 15 — 4.5
	62 0 — 12	$\underline{\odot}$	45 20	46 5 — 9.5

$\Delta T = + 2^m39^s.5; \quad \delta T = + 8^s.6$

Azimut de la mira (poste telegráfico al lado del semáforo, al N.)

Mayo 25. Mira 329°12′.50

Glash.:	$7^h34^m54^s.8$	$\odot$	59°41′.25	(6 observaciones)
	7 45 4.5	$\odot$	58 7.08	(6 observaciones)

Azimut de la mira: 328°9′.16 (1) y 328°9′.17 (2)

Declinación

Aguja I. Marca arriba...	12°50′.00 (4 observaciones)		
Marca abajo...	24.69 (4 observaciones)		
Norte magnético.......	12 37.34		
Declinacion..........	−11 34. 0 (9^h7 a. m.)		
Reduccion...........	+ 1. 8	....	− 11°35′.8 (I)

Aguja II. Mira 329°8′.75

Marca arriba..........	12°35′.62 (4 observ.)		
Marca abajo...........	37.19 (4 observ.)		
Norte magnético......	12 36.40		
Declinacion...........	−11 33. 1 (12^h2 p. m.)		
Reduccion............	− 0. 6	....	−11°32′.5 (II)
		Declinacion. Promedio....	−11 34.2
		Correccion instrumental....	+ 23.8
		Mayo 25 de 1887. Declinacion corregida.....	−11 58.0

Intensidad horizontal

Aguja I.

Deflector I. $\left.\begin{matrix} 36^\circ 21'.88 \\ 349\ \ \ 8.44 \end{matrix}\right\} \varphi = 23^\circ 36'.72$

Deflector II. $\left.\begin{matrix} 347\ \ \ 1.25 \\ 38\ \ 35.63 \end{matrix}\right\} \varphi = 25^\circ 47'.19$

Aguja II. B Norte.

Deflector I. $\left.\begin{matrix} 34^\circ 32'.50 \\ 351\ \ 22.81 \end{matrix}\right\} \varphi = 21^\circ 34'84$ B Norte

Deflector II. $\left.\begin{matrix} 349\ \ 24.69 \\ 36\ \ 32.19 \end{matrix}\right\} \varphi = 23^\circ 33'.75$ (B Norte)

Inclinacion

		A Norte	B Norte	
Aguja I.	Limbo E, Marca E.....	25°81	29°79	
	» E, » W.....	25 94	30 37	
	» W, » E.....	26 28	30 54	
	» W, » W.....	26 83	29 04	
	Promedio......	26°215	29°935	28°075 (I)

Intensidad vertical

Aguja I. B Norte.

Deflector I. $\left.\begin{matrix} 34^\circ\ \ 9'.00 \\ 352\ \ \ 7.75 \end{matrix}\right\} \psi = 21^\circ\ 0'.63$

Deflector II. $\left.\begin{matrix} 350\ \ 36.56 \\ 36\ \ 42.19 \end{matrix}\right\} \psi = 23^\circ\ 2'.81$

15. Paraguarí *(República del Paraguay)*

$\varphi = -25°36'3$; $\lambda = 57°10'0$; H = 152 metros (Toeppen)

Determinacion del tiempo

1885. Febrero 11.

Glash: $3^h31^m54^s4$ ⊙ $69°44'55''$ (4 observaciones)
Correccion del índice.... $= + 2'30''$
Barómetro......... 748^{mm} Temperatura....... 28°
ΔT Glash. $= + 33^m2^s7$

Febrero 13.

Glash. $3^h34^m54^s6$ ⊙ $67°38'40''$ (2 observaciones)
Correccion del índice.... $= + 2'40''$
Barómetro......... 747^{mm} Temperatura....... 30°
ΔT Glash. $= + 33^m27^s5$
δT Febrero 10-15 $= + 12^s2$ (véase página 206)

Azimut de las miras

Las visuales que dirigí desde la localidad descrita minuciosamente en la página 122, son las siguientes:

Mira I. Torrecita de la iglesia de Paraguarí, al S., á 1500 metros de distancia.

Mira II. Letra *B* en el letrero del Hotel de Abadie, al E., y distanciada como 500 metros.

Febrero 12. Mañana. Mira I 178°8'75. Mira II 58°27'50

Glash. $7^h35^m32^s0$ ⊙ $50°45'05$ (7 |⊙; 7 ⊙|)
Azimut del ⊙ = 90°39'4
Azimut de la mira I = 218 3 1
Azimut de la mira II = 98 21 9

Declinacion

Febrero 12. Mira I 178°8′.75. Mira II 58°27′.50

Aguja I. Marca arriba...	325°56′.56	(4 observaciones)	
Marca abajo....	41.56	(4 observaciones)	
Norte magnético.......	325 49.06		
Declinacion	— 5 43.4	($8^h.5$ a. m.)	
Reduccion	+ 3.2	....	— 5°46′.6 (I)
Aguja II. Marca arriba...	325°58′.44		
Marca abajo....	41.19		
Norte magnético.......	325 49.81		
Declinacion	— 5 44.2	($10^h.0$ a. m.)	
Reduccion............	+ 1.4	....	— 5°45′.6 (II)
		Declinacion. Promedio....	— 5 46.1
		Correccion instrumental...	+ 23.8
		Febr. 12 de 1885. Declinacion corregida ...	— 6 9.9

Intensidad horizontal

Febrero 12. Aguja I.

Deflector I.	350° 1′.87 301 51.56	φ = 24° 5′.2
Deflector II.	299 36.25 352 9.69	φ = 26°16′.7

Aguja II.

Deflector I.	349°51′.88 301 41.88	φ = 24° 5′.0
Deflector II.	299 29.06 352 5.00	φ = 26°18′.0

Inclinacion

Febrero 12.

		A Norte	B Norte	
Aguja I.	Limbo E, marca E...	14°84	19°15	
	» E, » W...	15 40	19 60	
	» W. » E...	15 79	20 23	
	» W, » W...	16 02	20 40	
	Promedio	15°512	19°844	17°678 (I)

			A Norte	B Norte	
Aguja II. Limbo E,	marca	E.....	17°28	17°03	
» E,	»	W.....	17 34	18 11	
» W,	»	E.....	17 52	17 98	
» W,	»	W.....	18 27	18 86	
Promedio......			17°603	17°994	17°798 (II)

Intensidad vertical

Aguja I. B Norte.

Deflector I. $$\left.\begin{array}{l}346^\circ\ 2'.25\\303\ 35.63\end{array}\right\}\ \psi = 21^\circ 13'.3$$

Deflector II. $$\left.\begin{array}{l}301\ 42.50\\348\ 30.94\end{array}\right\}\ \psi = 23^\circ 54'.2$$

Aguja II. B Norte.

Deflector I. $$\left.\begin{array}{l}303^\circ 36'.25\\345\ 37.50\end{array}\right\}\ \psi = 21^\circ\ 0'.6$$

Deflector II. $$\left.\begin{array}{l}348\ 35.00\\302\ 20.00\end{array}\right\}\ \psi = 23^\circ\ 5'.9$$

Medicion del Cerro Hú (C. Negro)

Febrero 13. (Con hipsómetro).

Arriba:	Barómetro corregido....	$726^{\text{mm}}4$	
	Temperatura	25°4	$e = 22^{\text{mm}}9$
Hotel:	Barómetro corregido....	$749^{\text{mm}}3$	
	Temperatura	26°8	$e = 25^{\text{mm}}0$

H = 276 metros sobre el Hotel y la estacion del Ferrocarril.
+ 54 metros (altura de la estacion sobre el rio en Asuncion).
+ 98 metros (altura del rio en Asuncion sobre la mar).

428 metros elevacion del Cerro Hú sobre el mar.

16. RECREO *(Provincia de Catamarca)*

$\varphi = -29^\circ 18'.9$; $\lambda = 65^\circ 5'.0$; $H = 223$ m.

En esta localidad hice dos veces observaciones magnéticas el 24 y 25 de Febrero de 1886 y el 4 y 5 de Abril de 1887. En las dos visitas, mi carpa estaba en el campo libre, á 400 metros al E. de la estacion. Las casas mas próximas quedan á una distancia superior á 100 metros.

Determinacion del tiempo

1886. Febrero 24.

Cronómetro. — Glash. ... = — $1^m 15^s.9$ mañana
= — 1 16.0 tarde

Mañana: Correccion del indice.... + 2′55″
Barómetro.......... 736^{mm} Temperatura........ 31°

Tarde: Coreccion del índice...... + 3′10″
Barómetro.......... 734^{mm} Temperatura........ 35°

Glash.	$10^h 14^m 0^s$ — 22	$2^h 11^m 50^s$ — 27	$\overline{\odot}$	112°0′	0″	||	0″
	16 50 — 19	8 55 — 15	$\underline{\odot}$		60	||	40
	10 19 15 — 15	2 6 25 — 14	$\overline{\odot}$	114 0	0	||	— 20
	22 10 — 15	3 40 — 33	$\underline{\odot}$		40	||	40
	10 25 35 — 18	2 0 15 — 28	$\overline{\odot}$	116 20	0	||	0
	28 35 — 19	1 57 10 — 17	$\underline{\odot}$		40	||	40
	10 30 10 — 19	1 55 30 — 11	$\overline{\odot}$	118 0	— 20	||	0
	33 15 — 23	nubes	$\underline{\odot}$		60	||	60
	10 35 50 — 20	1 50 0 — 25	$\overline{\odot}$	120 0	0	||	0
	39 0 — 32.5	46 50 — 14	$\underline{\odot}$		40	||	40

ΔT Cronómetro = + $1^m 45^s.9$ Febrero 24 de 1886, 12^h m.)

Azimut de las miras

Mira I: la esquina NE. de un edificio grande (los talleres?) situado á 500 metros al Oeste.
Mira II: el semáforo al Sud.

Febrero 24. Tarde. Mira I 137°44′.00

Cronómetro — Glash. = — $1^m17^s.0$
Glash. $6^h14^m7''.7$ ☉ 95°18′.27 (6 observaciones)
Azimut mira I = 304 31.48

Declinacion

1886. Febrero 24. Mira I 137°41′.67

Aguja I. Marca arriba... 204°41′.31 (4 observ.)
Marca abajo.... 22.00 (4 observ.)
Norte magnético....... 204 31.66
Declinacion........... — 11 21. 5 ($12^h.6$ m.)
Reduccion............ — 2. 4 .... — 11°19′.1 I

1886. Febrero 25. Mira I 137°35′.25

Aguja II. Marca arriba... 204°32′.31
Marca abajo.... 22.88
Norte magnético....... 204 27.59
Declinacion........... — 11 23. 8 (9^h0 a. m.)
Reduccion............ + 2. 8 .... — 11°26′.6 (II)
Declinacion. Promedio... — 11 22.9
Correccion instrumental.. + 23.8
Febrero 24–25 de 1886. Declinacion corregida. — 11 46.7

Intensidad horizontal

1886. Febrero 24. Aguja I.

$$\left.\begin{array}{ll}\text{Deflector I.} & 227°56'.67\\ & 181\ \ 6.00\end{array}\right\}\varphi = 23°25'.33$$

$$\left.\begin{array}{ll}\text{Deflector II.} & 178\ 53.00\\ & 230\ 12.08\end{array}\right\}\varphi = 25°49'.54$$

Febrero 25. Aguja II.

$$\left.\begin{array}{ll}\text{Deflector I.} & 181°\ 1'.83\\ & 228\ \ 6.92\end{array}\right\}\varphi = 23°32'.54$$

$$\left.\begin{array}{ll}\text{Deflector II.} & 230\ 21.17\\ & 178\ 45.16\end{array}\right\}\varphi = 25°18'.0$$

Inclinacion

1886. Febrero 25.

	A Norte	B Norte	
Aguja I. Limbo E, marca E.	23°43	26°85	
» E, » W.	24 01	26 96	
» W. » E.	23 95	27 59	
» W, » W.	25 25	26 75	
Promedio...	24°160	27°037	25°598 (I)

Determinacion del tiempo

1887. Abril 4.

1	Cronómetro	$9^h41^m30^s$ — 16	$\overline{\odot}$	76°20′ 0′	40′
		44 35 — 18	$\underline{\odot}$		
2		9 46 15 — 14	$\overline{\odot}$	78 0 40	60
		49 20 — 10	$\underline{\odot}$		
3		9 50 30 — 15	$\overline{\odot}$	79 29 0	40
		53 35 — 6	$\underline{\odot}$		

Correccion del índice.... = + 1′21″2

Barómetro......... 745^{mm} Temperatura........ 22°5

Abril 4. Tarde.

4	Cronómetro	$2^h16^m15^s$ — 7	$\underline{\odot}$	80°44′20	15′20″
		50 0 — 14	$\overline{\odot}$		
5		2 51 15 — 7	$\underline{\odot}$	79 13 20	15 0
		54 25 — 11	$\overline{\odot}$		
6		2 56 10 — 9	$\underline{\odot}$	77 32 20	40
		59 15 — 6	$\overline{\odot}$		
7		3 0 50 — 10	$\underline{\odot}$	75 53 40	55 0
		3 55 — 11	$\overline{\odot}$		

Coreccion del índice.... = + 1′19″0

Barómetro......... 741^{mm} Temperatura....... 26°

Resultado (combinacion para alturas casi correspondientes)

1 y 7 $\Delta T = - 19^m7^s5$
2 y 6 8.1
3 y 5 8.0

Abril 4. Mediodia. Promedio $\Delta T = - 19^m7^s9$

1887. Abril 5. Mañana.

8	Cronómetro	$9^h43^m20^s$	— 6	$\overline{\odot}$	76°35′ 0″	40″
		9 46 30	— 13	$\underline{\odot}$		
9		9 47 40	— 7	$\overline{\odot}$	78 3 20	4 40
		9 50 50	— 13	$\underline{\odot}$		
10		9 52 0	— 10	$\underline{\odot}$	79 33 0	34 20
		55 10	— 9	$\overline{\odot}$		
11		9 56 0	— 6	$\underline{\odot}$	80 54 20	55 40
		59 15	— 13	$\overline{\odot}$		
12		10 2 40	— 10	$\overline{\odot}$	83 8 0	9 0
		6 0	— 13	$\underline{\odot}$		

Correccion del índice.... $= + 1'8''3$

Barómetro......... 743mm Temperatura....... 21°3

Abril 5. Tarde.

13	Cronómetro	$3^h\ 0^m25^s$	— 10	$\underline{\odot}$	75°26′ 0″	20″
		3 30	— 13	$\overline{\odot}$		
14		2 46 5	— 13	$\underline{\odot}$	80 21 40	22′40
		49 55	— 10	$\overline{\odot}$	80 14 40	16 0
15		2 38 30	— 14	$\underline{\odot}$	82 52 20	53 20
		43 15	— 13	$\overline{\odot}$	82 22 40	23 40

Barómetro.......... 740mm Temperatura....... 27°5

Resultados

Combinacion: 4 y 11 $\Delta T = - 19^m7^s7$
5 y 10 8.5
6 y 9 9.5
7 y 8 7.2

1887. Abril 4-5. Promedio $\Delta T = - 19^m8^s2$ para medianoche.

Combinacion: 8 y 13 $\Delta T = - 19^m7^s0$
10 y 14 8.3
11 y 14 9.0
11 y 15 8.9

1887. Abril 5. Promedio $\Delta T = - 19^m8^s3$ para 12^hm.

Determinacion del azimut

Mira II: la misma de mis observaciones en Febrero de 1886.

Abril 4.

1 Cronómetro $8^h48^m1^s8$ ⊙ 38°45′.81 (8 observaciones con espejo).
Mira 257°3′.75

Abril 4.

2 Cronómetro $4^h44^m2^s8$ ⊙ 261°41′.12 (8 observaciones con espejo).
Mira 256°59′.38

Abril 4.

3 Cronómetro $5^h11^m49^s12$ ⊙ 258°19′.50 (4 observaciones).
Mira 256°45′.00

Abril 5.

4 Cronómetro $6^h58^m12^s3$ ⊙ 54°38′.31 (4 observaciones).
Mira 256°42′.12

Abril 5.

5 Cronómetro $5^h54^m29^s0$ ⊙ 253°7′.62 (4 observaciones).
Mira 256°40′.00

1 Azimut de la mira 283°7′.97 — 45′.57 (pág. 145) 282°22′.40
2 5.86 — 45.57 (pág. 145) 20.29
3 22.34
4 19.47
5 18.77

Azimut de la mira. Promedio..... 282°20′.65

Declinacion

Abril 4.

Aguja I. Mira 257°1′.75

Marca arriba.......... 345°57′.19 (4 observ.)
Marca abajo........... 56.38 »
Norte magnético....... 345 56.78
Declinacion........... — 11 15.7 (10^h5 a.)
Reduccion............ + 1.2 ...... — 11°16′.9 (I)

Aguja II. Mira 257°1′.50

Marca arriba.......... 345°67′.56
Marca abajo........... 45.06
Norte magnético....... 345 56.31
Declinacion........... — 11 15.5 (11^h0 a.)
Reduccion........... + 0.5 ...... — 11°16′.0 (II)

Declinacion. Promedio... — 11°16′.5
Correccion instrumental.. + 23.8
1887. Abril 4. Declinacion corregida.... — 11 40.3

Abril 4. Mira 257°2′.00

Aguja I. Marca arriba... 346° 1′.11 (3 observaciones)
Marca abajo.... 0.91 (3 observaciones)

Norte magnético....... 346 1.01
Declinacion........... — 11 19.7 ($2^{\rm h}1$ p. m.)
Reduccion............ — 1.8 .... — 11°17′.9 (I)

Aguja II. Marca arriba... 345°71′.62 (4 observ.)
Marca abajo.... 47.62 (4 observ.)

Norte magnético....... 345 59.62
Declinacion........... — 11 18.3 ($1^{\rm h}6$ p. m.)
Reduccion............ — 1.6 .... — 11°16′.7 (II)
Declinacion. Promedio... — 11 17 3
Correccion instrumental.. + 23.8
1887. Abril 4. Declinacion corregida.... — 11 41.1

Abril 4. Mira 256°42′.00

Aguja I. Marca arriba... 345°39′.69 (4 observ.)
Marca abajo.... 39.44 (4 observ.)

Norte magnético....... 345 39.57
Declinacion........... — 11 18.2 ($5^{\rm h}2$ p. m.)
Reduccion............ — 1.4 .... — 11°16′.8 (I)

Aguja II. Marca arriba... 345°51′.67 (3 observ.)
Marca abajo... 29.19 (4 observ.)

Norte magnético....... 345 40.43
Declinacion .... — 11 19.1 ($5^{\rm h}6$ p. m.)
Reduccion .... — 1.3 .... — 11°17′.8 (II)
Declinacion. Promedio.. — 11 17.3
Correccion instrumental. + 23.8
1887. Abril 4. Declinacion corregida... — 11 41.1
1887. Abril 4. Promedio total (6) D = — 11 40.8

Intensidad horizontal

1887. Abril 5. Aguja I.

Deflector I.	141°35'.50 189 36.34	φ = 24° 0'.42
Deflector II.	191 48.80 139 23.56	φ = 26°12'.22

Aguja II.

Deflector I.	189°47'.17 141 54.37	φ = 23°56'.40
Deflector II.	139 38.81 191 59.17	φ = 26 10'.18

Inclinacion

1887. Abril 5.

	A Norte	B Norte	
Aguja I. Limbo E, marca E.....	25°29	20°49	
» E, » W.....	25 70	23 39	
» W, » E.....	25 48	23 05	
» W, » W.....	26 17	23 65	
Promedio......	25°660	24°644	24.152 I

	A Norte	B Norte	
Aguja II. Limbo E, marca E....	25°73	25°25	
» E, » W....	25 72	25 08	
» W, » E....	26 35	24 20	
» W, » W....	25 84	24 85	
Promedio	25°909	24°845	25°377 II)

17. RIO SEGUNDO *(Provincia de Córdoba)*

φ = 31°40′ ; λ = 63°53′.5 mapas ; H = 346 metros.

Las observaciones se han ejecutado en el terreno de la estacion, al NE. de la casa, muy cerca de las pilas de leña y carbon de leña que cubrían esa parte de la estacion. Temo que la proximidad de los rieles haya influido en las observaciones.

Determinacion del tiempo (alturas correspondientes)

1885. Mayo 26.

$\underline{\odot}$ 59°40′	Glash.	$9^h57^m20^s$ — 3.5	$1^h52^m20^s$ —10
$\underline{\odot}$ 60 20		10 0 20. — 11	1 49 20 —15
$\underline{\odot}$ 61 0		10 3 20. — 4	1 46 15 — 8.5
$\underline{\odot}$ 61 40		10 6 25. — 7.5	1 43 10 — 2
$\underline{\odot}$ 63 0		10 12 50. — 1	1 36 45 — 9.5

Resultado: ΔT Glash. $= + 1^h56^m7^s$ $\delta T = + 8^s.6$

Determinacion del azimut

Mira I semáforo al NW.
Mira II esquina de una casa al NNE.

Mira I: 40°17′.50 Mira II: 103°45′.00

Glash. $9^h12^m48^s.9$ $\odot$ 122°15′.26 (6 observaciones)
Azimut mira I 40°16′.50

Declinacion

Febrero 17. Mira I: como antes.

Aguja I. Marca arriba.....	92°27′.81 (4 observaciones)		
Marca abajo......	4.25 (4 observaciones)		
Norte magnético........	92 16.03		
Declinacion............	— 11 42.0 ($8^h.2$ a.m.)		
Reduccion.............	+ 1.1	...... 11°43′.1	(I)
Aguja II. Marca arriba...	92°33′.95		
Marca abajo....	12.50		
Norte magnético.......	92 23.22		
Declinacion	— 11 49.2 ($1^h.2$ p.)		
Reduccion.............	— 1.3	...... — 11°47′.9	(II)

Declinacion. Promedio...	— 11 45.5
Correccion instrumental..	+ 23.8
1885. Mayo 26. Declinacion corregida.....	— 12 9.3

Intensidad horizontal

Mayo 26. Aguja I.

$$\text{Deflector I.}\quad \left.\begin{array}{r} 116^\circ 18'.75 \\ 68\;\; 41.25 \end{array}\right\} \varphi = 23^\circ 48'.75$$

$$\text{Deflector II.}\quad \left.\begin{array}{r}66°35'.31\\118\ \ 30.00\end{array}\right\}\ \varphi = 25°57'.34$$

Aguja II. B Norte.

$$\text{Deflector I.}\quad \left.\begin{array}{r}114°16'.25\\71\ \ \ 5.75\end{array}\right\}\ \varphi = 21°35'.25$$

$$\text{Deflector II.}\quad \left.\begin{array}{r}69\ \ \ 2.50\\116\ \ 14.38\end{array}\right\}\ \varphi = 23°35'.94$$

Inclinacion

Mayo 26.

	A Norte	B Norte	
Aguja I. Limbo E, marca E.....	26°02	29°57	
» E, » W.....	25 93	29 96	
» W, » E.....	26 03	30 70	
» W, » W.....	26 67	29 06	
Promedio.......	26°161	29°824	27°992 (I)

18. ROSARIO DE LA FRONTERA *(Provincia de Salta)*

$\varphi = -25°48'.0;\ \lambda = 65°6'.2;\ H = 857$ metros

Las observaciones se hicieron, no en la pequeña villa y estacion del ferrocarril Central Norte, sino en los célebres baños termales, que se encuentran situados en los cerros, al Este de aquella.

Determinacion del tiempo

1885. Diciembre 19.

							Mañana		Tarde
Glash.	8ʰ48ᵐ 0ˢ	— 12	3ʰ19ᵐ20ˢ	— 27	$\bar{\odot}$	92° 0′ 0″	‖ 40″	; 0″	‖ 20″
	50 30	— 44.5	17 0	— 16	$\bar{\odot}$	93 0 0	‖ 60	; 0	‖ 60
	52 30	— 10	14 50	— 27	$\bar{\odot}$	94 0 0	‖ 60	; 0	‖ 0
	57 0	— 15	10 20	— 16	$\bar{\odot}$	96 0 0	‖ 60	; 0	‖ 20
	59 20	— 29	8 0	— 17	$\bar{\odot}$	97 0 0	‖ 40	; 0	‖ 20

				Mañana	Tarde
$9^h1^m30^s$ — 16	$3^h5^m50^s$ — 19	$\overline{\odot}$	98°0′0″	‖ 40″ : 0″	‖ 60″
3 45 — 16	3 30 — 13	$\overline{\odot}$	99 0 0	‖ 80 ; 0	‖ 60
6 0 — 19	1 20 — 21	$\overline{\odot}$	100 0 0	‖ 80 ; 0	‖ 20

Correccion del índice en la mañana... + 3′37″.5
» » en la tarde ..... + 4 5
Barómetro......... 677 y 674^{mm} Temperatura .... 29 y 34°

Resultado: ΔT Glash. = — $5^m56^s.4$

Determinacion del azimut

Desde el punto elegido (debajo de los árboles, á 20 metros al SW. de las casas techadas de zinc) se dirigieron visuales á la esquina de una casa situada á 100 metros al NW., que ha servido de única mira.

Con espejo azimutal

Diciembre 19. Mira 274°9′.69

Glash. $1^h52^m10^s.1$......	$\odot$	237°34′.60	(10 observ.)
Azimut de la mira		306 13.35	(??)
Glash. $2^h8^m19^s.4$.......	$\odot$	235 53.50	(6 observ.)
Azimut de la mira......		306 59.16	
Glash. $3^h31^m28^s.7$......	$\odot$	228 42.38	(8 observ.)
Azimut de la mira......		306 43.76	

Estas determinaciones son poco satisfactorias.

Declinacion

Diciembre 19.

Aguja I. Marca arriba..	337° 9′.50		
Marca abajo...	12.94		
Norte magnético......	337 11.22		
Declinacion..........	— 9 36. 2	($6^h.2$ a. m.)	
Reduccion...........	+ 2. 3	....	— 9°38′.5 (I)

Aguja II. Marca arriba..	337°22′.25		
Marca abajo...	20.63		
Norte magnético......	337 21.44		
Declinacion..........	— 9 52. 5	1h0 p. m.	
Reduccion...........	— 2. 9	....	— 9°49′.6 (II)
	Declinacion. Promedio...		— 9 44.0
	Correccion instrumental...		+ 23.8
1885. Diciembre 19.	Declinacion corregida.....		—10 7.8

Intensidad horizontal

Diciembre 19. Aguja I.

Deflector I.	360°41′.75 313 42.00	φ = 23°29′.88
Deflector II.	311 30.81 2 53.00	φ = 25°41′.09

Aguja II. B Norte.

Deflector I	316°39′.63 358 19.00	φ = 20°49′.69

Inclinacion

Diciembre 19.

	A Norte	B Norte	
Aguja I. Limbo E, marca E.....	18°40	22°31	
» E, » W.....	19 11	22 08	
» W, » E.....	18 67	22 65	
» W, » W.....	19 99	23 07	
Promedio......	19°042	22°534	20°788 (I)

Intensidad vertical

Aguja I. B Norte.

Deflector I.	358° 0′.00 315 58.12	ψ = 21° 0′.94
Deflector II.	314 47.50 1 13.12	ψ = 23°12′.81

Altura de los Baños

Se hicieron las siguientes observaciones:

Diciembre 19.

Estacion ferrocarril: 8^{h} a.m.
Barómetro corregido.. $690^{\text{mm}}9$ Temperatura........ 27°
Baños: $9^{\text{h}}7$ a.m.
Barómetro corregido.. $683^{\text{mm}}25$ Temperatura........ 29°

De allí resultan próximamente 100 metros como elevacion de los Baños sobre la estacion del ferrocarril, cuya altura es de 757 metros, ó sea:

Altura de los Baños = 857 metros sobre el mar.

19. ROSARIO DE SANTA-FÉ

$\varphi = -32°56'.7$; $\lambda = 60°38'.5$ (mapas); $H = 39$ metros

En la primera visita (24 Enero de 1885) se hicieron las observaciones al W. de la Plaza Lopez, en el campo abierto.

Determinacion del tiempo

Enero 24. Tarde.

Glash. $5^{\text{h}}20^{\text{m}}\,54^{\text{s}}.4$ $\underline{\odot}$ 17°23'.00 (1 observ. con teodolito).
Resultado: $\Delta T = +15^{\text{m}}13^{\text{s}}.5$

Determinacion del azimut

Mira I: Pararayo de la jabonería.
Mira II: Punta de la torre de la iglesia.
Mira III: Asta de bandera en los altos de la Comisaría.

Enero 24. Tarde. Mira I 207°27'.00

Glash. $5^{\text{h}}38^{\text{m}}5^{\text{s}}.3$...... $\odot$ 244° 0'.00 (6 observaciones)
Azimut mira I......... 39 36.73

Estas observaciones de tiempo y de azimut no son muy correctas.

Declinacion

Enero 24.

Mira I: 140°20′00 Mira II: 110°7′50 Mira III: 163°26′30

Aguja I. Marca arriba...		110°45′90 (4 observaciones)
Correc. por marca abajo.	—	7.30
Norte magnético........		110 38.60
Declinacion	—	9 55. 3 (1ʰ8 p.)
Reduccion	—	3. 4
Correccion instrumental.	+	23. 8

1885. Enero 24. Declinación corregida.. — 10°15.7

Intensidad horizontal

Enero 24.

Aguja I.

Deflector I.	135°17′00 86 46.20	φ = 21°45′ 4
Deflector II.	84 30.00 137 27.50	φ = 26°28′75

Inclinacion

1885. Abril 5.

		A Norte	B Norte		
Aguja I.	Limbo E, marca E...	26°50	29°75		
	» E, » W...	26.55	29.80		
	» W, » E...	26.08	30.90		
	» W, » W...	27.45	29.50		
	Promedio.....	26°642	29°988	28°316	(I)

		A Norte	B Norte		
Aguja II.	Limbo E, marca E...	27°38	27°80		
	» E, » W...	28 32	28 20		
	» W, » E...	28 95	28 65		
	» W, » W...	28 02	29 42		
	Promedio	28°169	28°519	28°344	(II)

Intensidad vertical

1885. Enero 24. Aguja I.

Deflector I.	313° 8'.80 269 30.00	ψ = 21°49'.40
Deflector II.	267 25.00 314 23.00	ψ = 23°29'.00

En mi segunda visita (Marzo 31 de 1885) observé en el centro de la Plaza Lopez, sin carpa.

No se hicieron determinaciones del tiempo. Este se calculó con observaciones hechas poco antes en Córdoba y poco despues en Villa María; puntos cuya longitud, así como la del Rosario, está bien conocida por determinaciones telegráficas del Observatorio Astronómico.

Determinacion del azimut

Mira I. Poste en la entrada á la plaza (al W.)

Mira II. Esquina de una casa situada al Norte.

Marzo 31.

Mira I: 51°37'.50 Mira II: 133°45'.00

Glash. $4^h33^m8^s.6$........ ☉ 52°48'.75

Resultado: ΔT Glash. = + $26^m20^s.9$

Azimut de la mira II..... 3°39'.40

Declinacion

Marzo 31.

Aguja I. Marca arriba...	140° 8'.75	(4 observaciones)	
Marca abajo....	5.44	(4 »)	
Norte magnético.......	140 7.09		
Declinacion...........	— 10 1. 5	(1h0 p.)	
Reduccion............	— 2. 9	.....	— 9°58'.6 (I)
Aguja II. Marca arriba...	140°12'.75		
Marca abajo ...	2.31		
Norte magnético.......	140 7.53		
Declinacion...........	— 10 1. 9	(1h7 p.)	
Reduccion............	— 3. 3	.....	— 9°58'.6 (II)
		Correccion instrumental..	+ 23.8
		1885. Marzo 31. Declinacion corregida....	— 10 22.4

Intensidad horizontal

Marzo 31.

Aguja II. A Norte.

Deflector I.	164° 3'.75	$\varphi = 24° 0'.62$
	116 2.50	
Deflector II.	113 51.25	$\varphi = 26° 17'.03$
	166 25.31	

En la tercera visita (Agosto 28 de 1885) no había tiempo para tomar alturas del sol. Tampoco son satisfactorias las determinaciones del azimut. Por lo tanto, reproduzco sólo una observacion de la

Intensidad horizontal

Aguja I.

Deflector I.	271 31'.25	$\varphi = 24° 2'.31$
	233 26.56	

20. SAN ANTONIO (*Provincia de Catamarca*)

$\varphi = -29° 0'.9$; $\lambda = +65° 6'.5$; H = 267 metros

La localidad citada es la actual estacion del Ferrocarril Central Norte, donde observé en frente de la casa principal, á 40 metros de los rieles.

Determinacion del tiempo

1886. Febrero 22.

Glash.	$9^h50^m50^s$ — 17	$\overline{\odot}$	104 0'0"	40"
	53 30 — 17	$\underline{\odot}$		
	9 55 45 — 11	$\overline{\odot}$	106 0 0	60
	58 30 — 20	$\underline{\odot}$		
	10 0 50 — 15	$\overline{\odot}$	108 0 0	60
	3 35 — 18	$\underline{\odot}$		
	10 5 50 — 10	$\overline{\odot}$	110 0 0	60
	8 40 — 21	$\underline{\odot}$		
	10^h11 0 — 17	$\overline{\odot}$	112 0 0	60
	13 50 — 24	$\underline{\odot}$		

Cronómetro. — Glash. $= - 1^m9^s.4$

Correccion del índice $= + 2'36''$

Barómetro....... . 735^{mm} Temperatura....... = 30°5

Glash.	$2^h12^m30^s$	— 21	$\underline{\odot}$	112°0′0″	‖ 60″
	15 15	— 17.5	$\overline{\odot}$		
	2 17 35	— 11	$\underline{\odot}$	110 0 0	‖ 60
	20 20	— 9	$\overline{\odot}$		
	2 22 45	— 22	$\underline{\odot}$	108 0 0	‖ 60
	25 30	— 24.5	$\overline{\odot}$		
	2 27 50	— 21	$\underline{\odot}$	106 0 0	‖ 80
	2 32 50	— 18.5	$\underline{\odot}$	104 0 0	‖ 40
	35 30	— 16	$\overline{\odot}$		

Cronómetro. — Glash.... = — 1^m10^s9
Correccion del índice.... = + 2′42″5
Barómetro......... 733^{mm} Temperatura....... 34°

Febrero 23.

Glash.	$9^h51^m50^s$	— 15.5	$\overline{\odot}$	104°0′ 0″	‖ 20″
	54 30	— 13	$\underline{\odot}$		
	9 57 0	— 36 ?	$\overline{\odot}$	106 0 0	‖ 40
	59 30	— 9	$\underline{\odot}$		
	10 1 55	— 17	$\overline{\odot}$	108 0 0	‖ 40
	4 40	— 14.5	$\underline{\odot}$		
	10 7 0	— 13	$\overline{\odot}$	110 0 0	‖ 20
	9 45	— 10	$\underline{\odot}$		
	10 12 10	— 11	$\overline{\odot}$	112 0 20	‖ 80
	15 0	— 13	$\underline{\odot}$		

Cronómetro. — Glash.... = — 1^m16^s0
Correccion del índice... = + 3′0″
Barómetro......... 735^{mm} Temperatura....... 31°

Glash.	$2^h11^m20^s$	— 16	$\underline{\odot}$	112°0′ 0″	‖ 60″
	14 10	— 14	$\overline{\odot}$		
	2 16 30	— 14	$\underline{\odot}$	110 0 0	‖ 60
	19 15	— 12	$\overline{\odot}$		
	2 21 40	— 19.5	$\underline{\odot}$	108 0 —20	‖ +20
	2 26 40	— 14	$\underline{\odot}$	106 0 0	‖ 60
	2 31 50	— 27	$\underline{\odot}$	104 0 0	‖ 20
	34 25	— 16	$\overline{\odot}$		

Cronómetro. — Glash.... = — 1^m15^s5
Correccion del índice.... = + 3′7″5
Barómetro......... 734^{mm} Temperatura....... 34°5

Resultados

ΔT Cronómetro = + $1^{m}41^{s}3$ (12^{h} m. Febrero 22)
+ 1 40.2 (12 m.n. » 22–23)
+ 1 37.4 (12 m. » 23)

Determinacion del azimut

Mira: letra I en el letrero de la estacion, al NW.

Febrero 22. Tarde.

Mira 65°31'.44

1 Glash. $6^{h}\ 6^{m}52^{s}.7$ ⊙ 360°49'.90 Anteojo I (10 observaciones)
2 6 13 26.2 ⊙ 360 0.10 » II (10 »)
Cronómetro.—Glash.... = — $1^{m}10^{s}.0$

Febrero 23.

Mira 65°37'.25

3 Glash. $7^{h}45^{m}20^{s}.9$ ⊙ 185°42'.75 (10 observaciones con espejo.)
Cronómetro.—Glash.... = — $1^{m}15^{s}.6$

Mira 65°29'.69

4 Glash. $4^{h}6^{m}46^{s}.3$ ⊙ 15°50'.95 (8 observaciones)
Cronómetro.—Glash.... = — $1^{m}15^{s}.1$
5 Glash. $4^{h}11^{m}19^{s}.0$ ⊙ 15°17'.77 (8 obs. Anteojo II. Espejo II)
Cronómetro.—Glash.... = — $1^{m}15^{s}.0$
6 Glash. $4^{h}15^{m}52^{s}.9$ ⊙ 14°41'.05 (8 observaciones)
Cronómetro.—Glash.... = — $1^{m}15^{s}.0$

1	Azimut de la mira.....	326°42'.50	Promedio 326°46'.49
2	.....	48.03	
3	.....	46.57	
4	.....	49.64	
5	.....	47.96	
6	.....	45.30	

Declinacion

Febrero 22. Mira 65°34'.50

Aguja I. Marca arriba...	110°19'.31	(4 observ.)	
Marca abajo....	37.50	»	
Norte magnético.......	110 28.40		
Declinacion...........	— 11 37.4	($3^{h}3$ p. m.)	
Reduccion...........	— 2.5	....	—11°34'.9 (I)

Febrero 23. Mira 65°35'.25

Aguja II. Marca arriba...	110°26'.19	(4 observ.)	
Marca abajo....	19.88	»	
Norte magnético.......	110 23.03		
Declinacion...........	— 11 34.3	($9^{h}7$ a. m.)	
Reduccion...........	+ 1.8	....	— 11°36'.1 (II)
		Declinacion. Promedio..	—11 35.5
		Correccion instrumental..	+ 23.8
1886. Febrero 22–23.		Declinacion corregida...	—11 59.3

Intensidad horizontal

Febrero 22. Aguja I.

Deflector I.	134°53'.25	φ = 24° 9'.04
	86 35.17	
Deflector II.	83 45.66	φ = 26°34'.67
	136 55.00	

Febrero 23. Aguja II.

Deflector I.	133°49'.67	φ = 23°27'.71
	86 54.25	
Deflector II.	84 45.83	φ = 25°42'.62
	136 11.08	

Inclinacion

Febrero 23.

		A Norte	B Norte	
Aguja I.	Limbo E, marca E...	22°.97	26°.98	
	» E, » W...	23.09	26.71	
	» W, » E...	23.98	27.50	
	» W, » W...	24.67	26.32	
	Promedio.....	23.678	26°.878	25.278 (I)

21. San José (*Provincia de Córdoba*)

$\varphi = 30°0'$; $\lambda = 61°37'.0$ (mapas); H = 213 m.

De las muchas localidades que llevan el mismo nombre, el nuestro es la estacion del ferrocarril Central Norte, situada en el Norte de la Provincia, á inmediaciones de las Salinas Grandes.

Se ha observado á 180 metros al este de la estacion.

Determinacion del tiempo

Cronómetro. — Glash. = $-\ 1^m46^s.0$ (mañana); $-\ 4^m12^s.8$ (tarde)

Glash.	$9^h35^m60^s$ — 22	$\overline{\odot}$	69°20	$2^h28^m40^s$ — 10
	38 10 — 22	$\overline{\odot}$	70 0	26 30 — 17
	40 20 — 10	$\overline{\odot}$	70 40	24 15 — 10
	42 35 — 15	$\overline{\odot}$	71 20	21 60 — 10
	44 50 — 15	$\overline{\odot}$	72 0	19 45 — 13
	47 5 — 11	$\overline{\odot}$	72 40	17 30 — 15

Resultado: ΔT Cronómetro.. $= +\ 0^m21^s.6$

Glash.	$9^h50^m50^s$ — 21	$\underline{\odot}$	72°40′	$2^h13^m45^s$ — 10
	53 10 — 15	$\underline{\odot}$	73 20	11 25 — 19
	53 30 — 8	$\underline{\odot}$	74 0	8 60 — 8
	57 60 — 25	$\underline{\odot}$	74 40	6 40 — 21.5
	10 0 25 — 18	$\underline{\odot}$	75 20	4 15 — 28
	2 60 — 27.5	$\underline{\odot}$	76 0	1 45 — 17

Resultado: ΔT Cronómetro.. $= +\ 0^m22^s.9$

Azimut de las miras

Mira I (NW.) semáforo á 150 metros de distancia.
Mira II (W.) esquina de una ventana de la estacion.

Abril 23.

Mira I: 115°59'.00 Mira II: 55°39'.38

Cronómetro $4^h51^m45^s.3$ ⊙ 90°29'.00 (8 observaciones)
Azimut de la mira I. N. 45°6'.45 W.
Cronómetro $4^h51^m44^s.2$ ⊙ 90°28'.94 (8 observaciones)
Azimut de la mira I. N. 45°6'.24 W.

Abril 24.

Mira I: 116°54'.75 Mira II: 56°34'.75

Cronómetro $7^h9^m53^s.1$ ⊙ 231°34'.38 (8 observaciones)
Azimut de la mira I: N. 45°3'.88 W.
Cronómetro $7^h15^m30^s.2$ ⊙ 230°47'.94 (8 observaciones)
Azimut de la mira I: N. 45°3'.79 W.

Mira I: 117°5'.00 Mira II: 56°45'.00

Cronómetro $4^h29^m29^s.8$ ⊙ 94°55'.69 (8 observaciones)
Azimut de la mira I: N. 45°7'.23 W.

Declinacion

Abril 24.

Mira I: 116°56'.12 Mira II: 56°36'.62

Aguja I. Marca arriba.... 173°24'.80 (5 observ.)
Marca abajo..... 30.38 »
Norte magnético....... 173 27.59
Declinacion........... — 11 25. 7 ($8^h.5$ a.m.)
Reduccion............. + 1. 3 .... — 11°27'.0 (I)

Mira I: 116°56'.25 Mira II: 56°37'.50

Aguja II. Marca arriba.... 173°27'.25 (5 observ.)
Marca abajo..... 30.62 (4 observ.)
Norte magnético........ 173 28.94
Declinacion............ — 11 26. 9 ($10^h.8$ a. m.)
Reduccion............. + 0. 8 .... —11°27'.7 (II)

Declinacion. Promedio.... —11 27.4
Correccion instrumental... + 23.8
1886. Abril 24. Declinacion corregida.... —11 51 .2

Intensidad horizontal

Abril 23. Aguja I.

Deflector I.	16° 9′67 328 51.00	φ = 23°39′33
Deflector II.	326 37 25 18 20.83	φ = 25 51′79

Abril 24. Aguja II.

Deflector I.	197°11′00 149 41.58	φ = 23°44′71
Deflector II.	147 30.25 199 39.08	φ = 26° 4′41

Inclinacion

Instrumento: Adie número 62.

				A Norte	B Norte	
Aguja 20.	Limbo E,	marca E.		26°26′00	25°36′88	
	» E,	» W.		26 50.62	26 9.56	
	» W,	» E.		25 52.38	25 11.00	
	» W,	» W.		26 34.62	24 59.62	
			Promedio...	26°25′91	25°36′88	25°58′1 (20)

				A Norte	B Norte	
Aguja 21.	Limbo E,	marca E.		26°59′88	25°33′50	
	» E,	» W.		26.51.75	26. 8.75	
	» W,	» E.		26. 5.00	24. 8.62	
	» W,	» W.		26. 8.25	24.33.12	
			Promedio...	26°31′22	25° 6′00	25°48′6 (21

22. SANTIAGO DEL ESTERO *(Provincia de Santiago)*

φ = — 27°48′0; λ = 64 15′7 (mapas); H = 214 metros

Todas las observaciones se han practicado en el terreno de la Cervecería, como á 500 metros al W. de la estacion del ferrocarril, y á 1.5 kilómetros al WSW. de la catedral.

Hasta 100 metros alrededor del punto donde establecí mi carpa, no había casa ninguna.

Determinacion del tiempo

1887. Abril 4.

Cronómetro	$4^h\ 1^m40^s - 14$	$\underline{\odot}$	$50°11'\ 0'' \parallel 20''$
	$4\ 20 - 15$	$\overline{\odot}$	
	$4\ \ 5\ 25 - 14$	$\underline{\odot}$	$48°40'20'' \parallel 20''$
	$8\ \ 0 - 6$	$\overline{\odot}$	
	$4\ \ 9\ \ 0 - 7$	$\underline{\odot}$	$47°11'\ 0'' \parallel\ 0''$
	$11\ 45 - 14$	$\overline{\odot}$	

Correccion del índice.... $= + 1°7'45''$

Barómetro......... 749^{mm} Temperatura........ 27°

Esta gran correccion proviene de que el tornillo de correccion del prisma se había separado del instrumento, á causa de los sacudimientos en el viaje. Antes, esa correccion oscilaba alrededor de $+ 3'$

Resultado: ΔT Cronómetro $= - 16^m5^s.1$ (para $3^h.8$ p. m.)

Abril 8. Mañana.

Cronómetro	$9^h\ 5^m30^s - 12$	$\underline{\odot}$	$62°0'\ 0'' \parallel 20''$
	$9\ \ 7\ 50 - 8$	$\overline{\odot}$	$64°0'\ 0'' \parallel 40''$
	$10\ 45 - 15$	$\underline{\odot}$	
	$9\ 13\ 10 - 14$	$\overline{\odot}$	$66°0'20'' \parallel 60''$
	$16\ \ 0 - 9$	$\underline{\odot}$	
	$9\ 18\ 30 - 14$	$\overline{\odot}$	$68°0'\ 0'' \parallel 40''$
	$21\ 25 - 17$	$\underline{\odot}$	
	$9\ 23\ 50 - 13$	$\overline{\odot}$	$70°0'\ 0'' \parallel 20''$
	$26\ 45 - 13$	$\underline{\odot}$	

Correccion del índice.... $+ 1°7'46''.7$

Barómetro......... 749^{mm} Temperatura........ 23°

Abril 8. Tarde.

Cronómetro	$3^h\ 9^m10^s - 15$	$\underline{\odot}$	$70°\ 0'20'' \parallel 1'20''$
	$12\ \ 5 - 13$	$\overline{\odot}$	

Cronómetro	$3^h14^m35^s$ — 10	$\underline{\odot}$		68°0′ 0″ ‖ 40″
	17 35 — 22	$\overline{\odot}$		
	3 20 0 — 21	$\underline{\odot}$		66°0′ 0″ ‖ 40″
	22 55 — 28	$\overline{\odot}$		
	3 25 15 — 22	$\underline{\odot}$		64°0′20″ ‖ 60″
	28 5 — 19	$\overline{\odot}$		
	3 30 30 — 18	$\underline{\odot}$		62°0′ 0″ ‖ 20″

Correccion del índice.... = + 1°7′40″

Barómetro......... 744^{mm} Temperatura....... 28°5

Resultado: ΔT Cronómetro = — 16^m9^s7 (Abril 8, mediodia).

Abril 9. Mañana.

Cronómetro	9^h 9^m 0^s — 11	$\overline{\odot}$	64°0′0″ ‖ 0″
	11 50 — 9	$\underline{\odot}$	
	9 14 15 — 7	$\overline{\odot}$	66°0′0″ ‖ 0″
	17 10 — 14	$\underline{\odot}$	
	9 19 40 — 12	$\overline{\odot}$	68°0′0″ ‖ 20″
	22 35 — 14	$\underline{\odot}$	
	9 25 5 — 12	$\overline{\odot}$	70°0′0″ ‖ 40″
	28 5 — 18	$\underline{\odot}$	
	9 30 35 — 14	$\overline{\odot}$	72°0′0″ ‖ 40″

Correccion del índice.... = + 1°7′50″

Barómetro......... 744^{mm} Temperatura....... 24°

Abril 9. Tarde.

Cronómetro	3^h 5^m 0^s — 9	$\overline{\odot}$	72°0′ 0″ ‖ 40″
	3 7 35 — 15	$\underline{\odot}$	70°0′ 0″ ‖ 0″
	10 30 — 10	$\overline{\odot}$	
	3 13 0 — 9	$\underline{\odot}$	68°0′ 0″ ‖ 40′
	15 55 — 14	$\overline{\odot}$	
	3 18 25 — 14	$\underline{\odot}$	66°0′ 0′ ‖ 40″
	21 15 — 12	$\overline{\odot}$	
	3 23 40 — 8	$\underline{\odot}$	64°0′ 0″ ‖ 40″
	26 30 — 9	$\overline{\odot}$	

Correccion del índice... + 1°7′45″

Barómetro......... 740^{mm} Temperatura....... 29°

Resultado: ΔT Cronómetro = — 16^m15^s8 (Abril 9, mediodia).

Determinacion del azimut de la mira

Mira I. La cruz de la torre secundaria de la Catedral (al ENE.)

Abril 7. Tarde. Mira 239°55'.88

1 Cronómetro $5^h28^m41^s.0$ ⊙ 90°35'.62 (4 observaciones)
2 5 35 20.9 ⊙ 89 47.62 (4 »)

Abril 8. Mañana. Mira 239°57'.88

3 Cronómetro $8^h25^m36^s8$ ⊙ 234°59'.13 (4 obs. con esp. Anteojo II)
4 8 31 39.7 ⊙ 234 0.12 (4 » » I)

Abril 8. Tarde. Mira 239°56'.12

5 Cronómetro $5^h\ 6^m\ 8^s6$ ⊙ 93°41'88 (4 observaciones)
6 5 12 4.2 ⊙ 92 56.00 (4 »)

Abril 9. Mañana. Mira 239°53'62

7 Cronómetro $8^h\ 7^m43^s.9$ ⊙ 237°11'94 (8 observaciones con esp.)

Abril 9. Tarde. Mira 239°54'25

8 Cronómetro $5^h\ 3^m52^s.2$ ⊙ 94°15'38 (4 observaciones)

Resultado

		Sin espejo		Con espejo	
1	Azimut de la mira...	71°21'54	3	72°6'72	Anteojo II
2		20.86	4	8.80	» I
5		23.74	7	8.91	
6		23.62			
8		24.05			
	Promedio........	71°22'76		72°8.33	

Declinacion

Abril 7. Mira 239°57'.88

Aguja I. Marca arriba... 179°10'.75 (4 observaciones)
Marca abajo.... 7.12 (4 »)
Norte magnético....... 179 8.94
Declinacion........... — 10 33. 8 (10^h8 a.m.)
Reduccion............ + 0. 8 .... — 10°34'.6 (I)

Aguja II. Mira 239°54′00

Marca arriba..........	179°12′04	(6 observ.)	
Marca abajo...........	178 49.31	(4 »	
Norte magnético.......	179 0.67		
Declinacion...........	— 10 28. 9	(1^{h}9 p.	
Reduccion............	— 1. 8	......	— 10°27′1 (II)
	Declinacion. Promedio...		— 10 30.9
	Correccion instrumental.		+ 23.8
Abril 7 de 1887.	Declinacion corregida....		— 10 54.7

Aguja II. Mira 239°54′38

Marca arriba...	179°12′75	(4 observ.)	
Marca abajo....	178 54.69	(4 »)	
Norte magnético.......	179 3.72		
Declinacion...........	— 10 32. 1	(2^{h}7 p.m.)	
Reduccion............	— 1.6	....	— 10°30.5 (II)

Aguja I. Mira 239°55′50

Marca arriba..........	179° 4′80	(5 observ.)	
Marca abajo...........	4.69	»	
Norte magnético.......	179 4.74		
Declinacion..........	— 10 32.0	(4^{h}4 p.m.)	
Reduccion............	— 0. 6	....	— 10°31′4 (I)
	Declinacion. Promedio....		— 10 30 9
	Correccion instrumental...		+ 23.8
Abril 7 de 1887.	Declinacion corregida		— 10 54.7

Abril 9. Mira 239°54′75

Aguja I. Marca arriba...	179° 1′65	(3 observaciones)	
Marca abajo...	9.08	(3 observaciones)	
Norte magnético.......	179 5.36		
Declinacion..........	— 10 33.4	(5^{h}4 p. m.)	
Reduccion...........	— 0.5	....	— 10 32′9 (I)
Aguja II. Marca arriba..	179°13′00	(3 observ.)	
Marca abajo..	178 51.37	(3 observ.)	
Norte magnético.....	179 2.18		
Declinacion..........	— 10 30.2	(5^{h}4 p. m.)	
Reduccion...........	— 0.5	....	—10°29′7 (II)
	Declinacion. Promedio....		—10 31.3
	Correccion instrumental....		+ 23.8
Abril 9 de 1887.	Declinacion corregida.....		—10 55.1

Intensidad horizontal

Abril 8. Aguja I.

Deflector I. $\left.\begin{matrix}155^\circ\ 8'.25\\ 202\ 55.67\end{matrix}\right\}\varphi = 23^\circ 53'.71$

Deflector II. $\left.\begin{matrix}205\ 10.58\\ 152\ 56.33\end{matrix}\right\}\varphi = 26^\circ\ 7'.12$

Abril 8. Aguja II.

Deflector I. $\left.\begin{matrix}203^\circ\ 3'.58\\ 155\ 21.75\end{matrix}\right\}\varphi = 23^\circ 50'.91$

Deflector II. $\left.\begin{matrix}153\ \ 8.60\\ 205\ 17.92\end{matrix}\right\}\varphi = 26^\circ 4'.66$

Aguja II.

Deflector I. $\left.\begin{matrix}203^\circ\ 6'.90\\ 155\ 19.30\end{matrix}\right\}\varphi = 23^\circ 53'.80$

Deflector II. $\left.\begin{matrix}153\ \ 8.37\\ 205\ 25.99\end{matrix}\right\}\varphi = 26^\circ\ 8'.81$

Abril 9. Aguja I.

Deflector I. $\left.\begin{matrix}202^\circ 51'.25\\ 155\ 13.17\end{matrix}\right\}\varphi = 23^\circ 49'.04$

Deflector II. $\left.\begin{matrix}153\ \ 0.59\\ 205\ \ 5.75\end{matrix}\right\}\varphi = 26^\circ\ 2'.58$

Aguja II.

Deflector I. $\left.\begin{matrix}155^\circ 18'.69\\ 202\ 57.30\end{matrix}\right\}\varphi = 23^\circ 49'.30$

Deflector II. $\left.\begin{matrix}205\ 13.75\\ 153\ 10.44\end{matrix}\right\}\varphi = 26^\circ\ 1'.66$

Oscilaciones de las agujas horizontales

Abril 9. Aguja II.

Temperatura = 29° 30 oscilaciones

Principio	Fin	Amplitud
$2^h25^m35^s$	$26^m28^s.0 = 53^s.0$	25° — 7°
27 19	28 11.4 = 52.4	25 — 7
29 46	30 39.0 = 53.0	28 — 7
32 13	33 5.2 = 52.2	28 — 7
34 2	34 54.0 = 52.0	28 — 7

Tiempo de una oscilacion = $1^s.751$

Abril 9. Aguja I.

Temperatura = 29°2   30 oscilaciones

Principio	Fin	Amplitud
$3^h56^m49^s$	57^m33^s0 = 44^s0	28° — 6°
58 45	59 29.3 = 44.3	30 — 11
4 0 23	1 7.4 = 44.4	28 — 9
2 13	3 7.2 = 44.2	30 — 9
3 47	4 31.3 = 44.3	30 — 9

Tiempo de una oscilacion = 1^s475

Abril 9. Aguja I.

Temperatura = 28°8   30 oscilaciones

Principio	Fin	Amplitud
$4^h\ 7^m\ 3^s$	7^m47^s4 = 44^s4	29° — 8°
8 33	8 7.3 = 44.3	?
10 17	11 1.0 = 44.0	30 — 9
12 13	12 57.1 = 44.1	25 — 6
13 36	14 20.0 = 44.0	30 — 10

Tiempo de una oscilacion = 1^s472

Inclinacion

Abril 10.

	A Norte	B Norte	
Aguja II. Limbo E, marca E.	23°95	23°18	
» E. » W.	22 68	22 19	
» W, » E.	23 96	23 02	
» W, » W.	22 96	22 49	
Promedio.....	23°386	22°721	23°053 (II)

	A Norte	B Norte	B Norte
Aguja III. Limbo E, marca E....	22°15	27°48	27°34
» E, » W....	22 37	25 36	26.99
» W, » E....	21 45	26 15	25.43
» W, » W....	21 91	22 96	23.09
Promedio	21°970	25°489	25°712

Inclinacion 23°841 (III)

		B Norte	A Norte	
Aguja II.	Limbo E, marca E...	22°.65	23°.08	
	» E, » W...	22.41	23.14	
	» W, » E...	22.83	24.09	
	» W, » W...	23.65	23.50	
	Promedio.....	22°.885	23°.452	23°.169 (II)

23. SIMOCA *(Provincia de Tucuman)*

$\varphi = 27°16'.2$; $\lambda = 65°21'.0$ (mapas); $H = 317$ m.

Determinacion del tiempo por alturas correspondientes

Enero 23.

Glash.	$9^h15^m\ 0^s$ — 27	$3^h27^m35^s$ — 12	$\overline{\odot}$	94°0′
	17 10 — 23	25 30 — 32	$\overline{\odot}$	95 0
	19 25 — 22	23 10 — 28	$\overline{\odot}$	96 0
	21 40 — 20	20 50 — 15	$\overline{\odot}$	97 0
	24 0 — 34	18 40 — 31	$\overline{\odot}$	98 0
	26 10 — 23	16 20 — 14.5	$\overline{\odot}$	99 0
	28 30 — 22.5	14 15 — 40	$\overline{\odot}$	100 0
	30 50 — 39	12 0 — 44	$\overline{\odot}$	101 0

ΔT Cronómetro = + $2^m12^s.8$ ΔT Glash. = − $9^m0^s.6$

Las observaciones se han hecho en el último patio del hotel que estaba á 100 metros al W. de la estacion del ferrocarril. El instrumento estaba á 3 metros de una pared de adobes y á 4.5 metros de la casa que contenía hierro. Al ESE., á 5.6 metros de distancia, había una cocina con muy pocos aparatos de hierro.

Mira I al W., la cruz pequeña de la iglesia de Simoca, á 500 metros de distancia.

Mira II al E. (mirada á través de las dos puertas abiertas del hotel) esquina de la casa ocupada por los telegrafistas de la estacion.

Mira I 206°59'.00 Mira II 24°18'.32

Cronómetro. — Glash. = — $11^{m}13'0$
Glash. $6^{h}0^{m}14^{s}0$ ⊙ 175°18'.75 (8 observaciones)
Azimu mira I. = 286°32'99

Declinacion

1886. Enero 23. Mira I 206°58'.69

Aguja I. Marca arriba... 291°32'.09 (4 observ.)
Marca abajo.... 28.56 (4 observ.)
Norte magnético....... 291 30.33
Declinacion........... — 11 4. 2 ($1^{h}2$ p.m.)
Reduccion............ — 3. 0
Correccion instrumental + 23. 8
Enero 23 de 1886. Declinacion corregida.. — 11 25.0

Intensidad horizontal

Enero 23. Aguja I.

Deflector I. 314°57'.63 }
268 16.06 } φ = 23°20'.78
Deflector II. 266 3.88 }
317 17.25 } φ = 25°36'.69

Aguja II. B Norte.

Deflector I. 314°43'.81 }
269 1.38 } φ = 22°51'22 (B Norte)
Deflector II. 270 57.50 }
312 44.06 } φ = 20°53'.28 (B Norte)

Inclinacion

Enero 23.

	A Norte	B Norte	
Aguja I. Limbo E, marca E.....	20°99	24°73	
» E, » W.....	21 65	24 67	
» W, » E.....	21 21	24 75	
» W, » W.....	22 62	24 71	
Promedio......	21°618	24°716	23°167 (I)

24. TOTORALEJOS *(Provincia de Córdoba)*

$\varphi = -29°39'1$: $\lambda = 64°50'0$: H = 179 metros

Determinación del tiempo. Alturas correspondientes

1886. Febrero 26.

Cronómetro	$9^h51^m35^s$ — 8.5	$2^h29^m35^s$ — 15	$\overline{\odot}$	103°0'
	54 30 — 25	26 45 — 6	$\underline{\odot}$	
	9 59 35 — 17	2 21 40 — 16	$\underline{\odot}$	105°0'
	10 1 55 — 8	2 19 15 — 12	$\overline{\odot}$	107°0'
	4 45 — 8	16 25 — 15	$\underline{\odot}$	
	10 7 15 — 18	2 14 0 — 17	$\overline{\odot}$	109°0'
	10 5 — 11	11 0 — 4	$\underline{\odot}$	
	10 12 35 — 14	2 8 35 — 6	$\overline{\odot}$	111°0'
	15 30 — 14	5 40 — 11	$\underline{\odot}$	

Resultado: ΔT Cronómetro = + $2^m25^s.5$

El punto elegido para la observacion era el campo libre, al NW. de la estacion, como á 150 metros de la casa y á 20 metros de los rieles.

Mira (al SE.): adorno en el techo de la casilla.

Febrero 26. Tarde. Mira 308°59'75

Cronómetro $6^h0^m41^s.0$ $\odot$ 64°17'00 (8 observaciones)
Azimut de la mira = 148°32'02

Febrero 27. Mañana. Mira 309°4'88

Cronómetro $6^h31^m40^s.4$ $\odot$ 255°10'33 (6 observaciones)
Azimut de la mira = 148°32'51

Cronómetro $6^h41^m18^s.8$ $\odot$ 254°0'67 (6 observaciones)
Azimut de la mira = 148°32'11

Declinación

Febrero 26. Mira 308°59'.62

Aguja I. Marca arriba...	172° 3'.44	(4 observaciones)	
Marca abajo....	0.75	(4 observaciones)	
Norte magnético.......	172 2.09		
Declinacion	— 11 34.7	($3^{h}.2$ p. m.)	
Reduccion	— 2.5	....	— 11°32'.2 (I)

Febrero 27. Mira 309°4'.62

Aguja II. Marca arriba...	172°17'.56	(4 observaciones)	
Marca abajo....	4.62	(4 observaciones)	
Norte magnético.......	172 11.09		
Declinacion	— 11 38.9	($4^{h}.7$ p. m.)	
Reduccion............	— 1.6	....	— 11°37'.3 (II)
		Declinacion. Promedio....	— 11 34.7
		Correccion instrumental..	+ 23.8
Febrero 26–27 de 1886.		Declinacion corregida.	— 11 58.5

Intensidad horizontal

1886. Febrero 26. Aguja I.

Deflector I.	148°37'.91	φ = 23°33'.25
	195 44.42	
Deflector II.	197 52.46	φ = 25°45'.94
	146 20.58	

Febrero 27. Aguja II.

Deflector I.	195°46'.83	φ = 23°34'.25
	148 38.33	
Deflector II.	146 28.33	φ = 25°45'.17
	197 58.67	

Inclinacion

Febrero 26.

		A Norte	B Norte		
Aguja I.	Limbo E, marca E...	23°85	27°22		
	» E, » W...	23 17	27 51		
	» W, » E...	24 13	28 21		
	» W. » W...	25 51	26 76		
	Promedio	24°165	27°425	25°795	I

25. TUCUMAN *(Provincia de Tucuman)*

$\varphi = -26^{\circ}50'32''.3$; $\lambda = +4^{h}20^{m}48^{s}.3$ (Observatorio); $H = 465$ m.

Determinacion del tiempo

1885. Diciembre 11.

Glash.	$8^{h}46^{m}15^{s}$	-3	$3^{h}15^{m}0^{s}$	-27	$\underline{\odot}$	$92^{\circ}40'$
	52 20	-11	3 9 0	-22	$\underline{\odot}$	95 20
	53 50	-7.5	3 7 20	-6	$\underline{\odot}$	96 0
	9 2 20	-10	2 59 0	-13	$\underline{\odot}$	98 40
	3 50	-16	2 57 30	-18	$\underline{\odot}$	99 20

Correccion del índice $+2'55''$

Barómetro......... 721^{mm} Temperatura....... 23°

Resultado

ΔT Glash. $= -6^{m}50^{s}.1$ ΔT Cronómetro $= -10^{m}39^{s}.9$

Las observaciones se han hecho en la quinta del señor D. Miguel Lillo, 1 kilómetro al SW. de la ciudad. La posicion más exacta de ese terreno queda determinada por las siguientes visuales:

Diciembre 11.

Mira I (SE.): Torre del hospital 251°2'18.
Mira II (E.): Torre de Santo Domingo 220°46'13.
Mira III (E.): Torre de la Merced 214°46'31.
Mira IV y V: Torre doble de la Catedral 214°10'00 y 214°0'00.

Determinacion del azimut de las miras

1 Glash. $10^{h}10^{m}56^{s}.6$ $\odot$ 212°35'65 (10 observaciones)
Azimut mira I = 125°48'73
2 Glash. $10^{h}17^{m}50^{s}.9$ $\odot$ 211°36'90 (10 observaciones)
Azimut mira I = 125°49'78
3 Glash. $10^{h}25^{m}42^{s}.8$ $\odot$ 210°28'75 (10 observaciones)
Azimut mira I = 125°46'38

Declinacion

Diciembre 11. Mira I 250°50'.00

Aguja I. Marca arriba... 134°54'.12 (4 observ.)
Marca abajo.... 62.56 (4 »)

Norte magnético....... 134 58.34
Declinacion........... — 9 55.6 (12ʰ0 m.
Reduccion............ — 1.6 .... — 9°54'.0 (I)

Diciembre 12. Mira I 250°50'.50

Aguja II. Marca arriba... 135° 3'.25 (4 observaciones)
Marca abajo.... 4.25 (4 »)

Norte magnético....... 135 3.75
Declinacion .... — 10 1.6 11ʰ0 a. m.
Reduccion .... — 0.2 .... —10° 1'.4 (II)
Declinacion. Promedio.... — 9 57.7
Correccion instrumental... + 23.8
Diciembre 11-12 de 1886. Declinacion corregida... —10 21.5

Intensidad horizontal

Diciembre 11. Aguja I.

Deflector I. $\left.\begin{matrix}111°32'.69\\158\ 38.06\end{matrix}\right\}\varphi = 23°32'69$

Deflector II. $\left.\begin{matrix}160\ 42.12\\109\ 19.00\end{matrix}\right\}\varphi = 25°41'.56$

Diciembre 12. Aguja II.

Deflector I. $\left.\begin{matrix}111°36'.25\\158\ 22.19\end{matrix}\right\}\varphi = 23\ 22'.97$

Deflector II. $\left.\begin{matrix}160\ 31.62\\109\ 31.37\end{matrix}\right\}\varphi = 25°30'.12$

Inclinacion

Diciembre 12.

	A Norte	B Norte	
Aguja I. Limbo E, Marca E.....	20°02	24°35	
» E, » W.....	21 20	23 55	
» W, » E.....	19 74	23 85	
» W, » W.....	21 34	24 74	
Promedio......	20°575	24°122	22°348 (I)

		A Norte	B Norte	
Aguja II.	Limbo E. marca E...	22°39	22°81	
	» E, » W...	22 76	21 93	
	» W, » E...	23 14	22 86	
	» W, » W...	23 15	21 91	
	Promedio.....	22°859	22°378	22°619 (II)

26. VILLA MARIA (*Provincia de Córdoba*)

$\varphi = -32°25'5''$; $\lambda = +4^h12^m57^s.1$ (Observatorio); H = 206 m.

Determinacion del tiempo

1885. Abril 4.

Glash.	$9^h43^m10^s$	− 3	$1^h49^m35^s$	− 7.5	$\overline{\odot}$	84°0′
	46 50	− 4	45 50	− 9	$\underline{\odot}$	
	9 53 50	− 3	1 38 55	−11.5	$\overline{\odot}$	87°0′
	57 45	− 7.5	34 55	− 9.5	$\underline{\odot}$	
	10 1 30	−12	1 31 15	− 0.5	$\overline{\odot}$	89°0′
	5 35	− 5.5	27 10	− 5	$\underline{\odot}$	
	10 9 20	− 9.5	1 23 25	− 5.5	$\overline{\odot}$	91°0′
	13 50	−11	19 5	− 9.5	$\underline{\odot}$	

ΔT Glash. = $+ 16^m21^s.7$ (Abril 4, 12^h m.)

Las observaciones se hicieron como á 300 metros al S. de la Plaza Principal, donde entónces era campo libre. Hoy, el punto en que estaba mi carpa está ocupado por edificios.

Mira I (E.): asta de bandera, muy cerca 327°50′00

Mira II (SW.): pilar del puente del Rio Tercero, á 600 metros de distancia 101°5′00

Mira III (W.): esquina de una casa 135°10′00

Abril 3.

Glash.	$4^h38^m20^s.4$	$\odot$	150°12′81	(8 observaciones)
	4 49^m16.1	$\odot$	148 40.31	(8 »)
	5 1 32.2	$\odot$	146 55.94	(8 »)

Azimut de la mira II = 235°1′47

Declinacion

Abril 3. Mira II 101°5'00

Aguja I. Marca arriba...	237°25'62	(4 observ.)	
Marca abajo....	27.50	(4 »)	
Norte magnético......	237 26.56		
Declinacion...........	— 11 23.0	(9h4 a.m.)	
Reduccion............	+ 1.9	....	— 11°24'9 (I)
Aguja II. Marca arriba...	237°30'31	(4 observ.)	
Marca abajo....	50.31	(4 »)	
Norte magnético.......	237 40.31		
Declinacion...........	— 11 36. 8	(11h2 a. m.)	
Reduccion............	+ 0. 3	....	— 11°37'1 (II)
		Declinacion. Promedio...	— 11 31.0
		Correccion instrumental..	+ 23.8
	1885. Abril 3.	Declinacion corregida....	— 11 54'8

Intensidad vertical

Abril 3. Aguja I.

Deflector I.	261°21'88 213 47.81	φ = 23°47'03
Deflector II.	211 33.75 263 35.31	φ = 26° 0'78

Aguja II.

Deflector I.	263°27'19 211 35.94	φ = 25°55'62
Deflector II.	213 47.81 261 17.81	φ = 23°45'00

Inclinación

Abril 3.

		A Norte	B Norte	
Aguja I.	Limbo E, marca E.....	27°03	29°43	
	» E, » W.....	26 51	30 45	
	» W, » E.....	26 38	30 41	
	» W, » W.....	27 46	29 79	
	Promedio.....	26°845	30°020	28°432 (I)

		A Norte	B Norte	
Aguja II.	Limbo E, marca E.....	27°55	28°00	
	» E, » W.....	28 05	28 75	
	» W, » E.....	28 55	28 29	
	» W, » W.....	28 82	30 00	
	Promedio.....	28°243	28°759	28°501 (II)

Abril 3.

Aguja II. Deflector I. A Norte.

Limbo N., marca N.	215°18'75	$\psi = 21°54'53$
» S., » S.	259 7.81	

Aguja II. Deflector II. A Norte.

Limbo S., marca S.	261°38'75	$\psi = 24°8'91$
» N., » N.	213 20.94	

Aguja I. Deflector II. A Norte.

Limbo N., marca N.	214° 0'42	$\psi = 23°35'73$
» S., » S.	261 11.88	

Aguja I. Deflector I. A Norte.

Limbo S., marca S.	259° 9'00	$\psi = 21°50'88$
» N., » N.	215 27.25	

EL TERREMOTO ARGENTINO

DEL 27 DE OCTUBRE DE 1894

POR EL DOCTOR GUILLERMO BODENBENDER (1)

En la primera parte de mi informe, presentado al señor Rector de la Universidad de Córdoba, Dr. D. TELASCO CASTELLANOS, el 11 de diciembre del año próximo pasado, traté detenidamente de los efectos del terremoto en la provincia de San Juan.

Despues de terminar los estudios en la region restante de ésta, acompañado del señor ingeniero don Manuel E. Río, a quien significo aquí mi agradecimiento por los importantes servicios que me prestó en mis estudios, he recorrido la parte de la provincia de la Rioja que ofrecía mayor interés respecto del terremoto. En ella no se ha presentado ningun fenomeno nuevo que no se encuentre descrito en mi primer informe, no habiendo el terremoto, en general, alcanzado en la Rioja la importancia que revistió en San Juan. Puedo, pues, prescindir aquí de una descripcion de las manifestaciones del movimiento en la primera, incluyendo sólo las observaciones de valor en el informe general, en el cual voy á reasumir todos los estudios hechos sobre las causas y los efectos del terremoto.

---

(1) Informe presentado al señor Rector de la Universidad de Córdoba Dr. D. TELASCO CASTELLANOS.

Me propuse, como tarea principal, el estudio de las relaciones geológicas, considerando que sin el conocimiento detallado de la geología de la region sacudida, faltaría base para cualquier explicacion del fenómeno.

Aunque en los últimos decenios, se haya adelantado mucho, especialmente por los trabajos de STELZNER y BRACKEBUSCH, ex-catedráticos de la Universidad de Córdoba, en el conocimiento de la estructura geológica de nuestro país, hasta el grado de que los geólogos y geógrafos de Europa reconocen á la República Argentina como á la mejor estudiada geológicamente de Sud-América — lo cual constituye un honor para nuestro país y muy en particular para la Universidad de Córdoba, — resta todavía mucho, muchísimo que investigar.

Poseemos el fundamento para edificar y es deber del gobierno apoyar todos los trabajos á ello tendentes, si no se quiere quedar atrás, en materia tan importante, de otras naciones sud-americanas, especialmente de Chile y del Brasil, quienes hacen grandes esfuerzos para llegar al conocimiento exacto, geográfica y geológicamente, de sus territorios respectivos. Si nuestras informaciones relativas á la geología del país, no obstante los numerosos estudios realizados, son todavía muy defectuosas, tal deficiencia no podrá extrañar á nadie que sepa lo que son las investigaciones de ese género y las múltiples dificultades con que tienen que luchar en nuestra República.

La suerte común de todos los trabajos científicos, es la de ser incompletos y estar expuestos á futuras correcciones. Deliberadamente expreso aquí esas consideraciones, porque es muy posible que algunos clamen, fundándose en el contenido de las siguientes páginas, contra « un mal mapa geológico » (1).

---

(1) Aludo al mapa topográfico-geológico del doctor BRACKEBUSCH, trabajo de gran mérito, reconocido en el mundo científico.

Los resultados obtenidos en este viaje, han sido muy satisfactorios. Contradicen, en parte, el concepto actual de la composicion geológica de nuesto país, y, en parte, lo completan esencialmente.

Pero esta no es la oportunidad de entrar en el detalle de las investigaciones, el cual queda reservado para un trabajo especial; y debo limitarme á mencionar algunos hechos de carácter general y especialmente los relacionados con el terremoto.

Como formacion más vieja, conocemos desde hace mucho tiempo la *arcáica*, compuesta de pizarras cristalinas (gneiss, micacita, pizarras hornblendíferas, etc.), y que forma las sierras de Córdoba, San Luis, de Velazco, de Vilgo, de la Huerta, Pié de Palo, así como la mayor parte de las de Tucuman y Catamarca.

Sigue sobre este sistema la formación *silúrica*, con pizarras, grauwacke y caliza, que tiene su mayor propagacion en las sierras de San Juan y la Rioja.

Un nivel superior ocupa una série de areniscas muy variables, cuya determinacion, relativamente á la edad, ofrecía ya en tiempo de Burmeister las más grandes dificultades ocasionando varias controversias científicas.

Dentro de estas areniscas se encuentran depósitos de carbon, los cuales, como es sabido, han figurado, unas veces como verdadera formacion *carbonífera* y otras como absolutamente extraños á tal edad. La especulacion comercial exigía que fuera lo primero y la ciencia, por falta de investigaciones detalladas, no podía hasta ahora pronunciar una palabra decisiva. De ahí que esos depósitos hayan sido considerados como *rhéticos* (sistema triásico) y también como *terciarios*, mientras que la existencia misma de la formacion carbonífera ha sido muchas veces negada rotundamente.

Un segundo vacío en la série de las formaciones parecía existir por la ausencia completa de la formacion *devónica* que en otros países se encuentra entre la silúrica y la carbonífera. Esta circunstancia era tanto más extraña, cuanto que dicha formacion estaba constatada en Bolivia y en las islas Falkland.

Ahora puedo afirmar con seguridad que ambas formaciones, la devónica y la carbonífera, existen en nuestro país en bastante extension; si bien en algunos puntos su desarrollo es insignificante.

Cerca de Jachal (provincia de San Juan) he encontrado cortes de importancia donde están desarrolladas en regular sobreposicion las formaciones silúricas, devónica y carbonífera.

La formación *devónica*, compuesta de pizarras, grauwacke, caliza y areniscas, parece ser completamente idéntica á la de Bolivia, islas Falkland y sud de Africa. De ahí se infiere, por consiguiente, la union faunística que en la época devoniana existió entre el viejo y el nuevo mundo.

Es conocido (¹) ya desde hace algun tiempo que la formacion carbonífera tiene su representante en los depósitos de carbon de Retamito (entre San Juan y Mendoza). Estos depósitos, como he podido constatarlo en el viaje, poseen una gran extension. A continuacion de ellos están situados los de Huaco y Trapiche en San Juan y el del Cerro Bolsa en la Rioja, perteneciendo quizas al mismo horizonte algunos de la sierra de Famatina. Lamentable es que todos tengan pequeño espesor, no ofreciendo las minas, sinó muy débiles esperanzas en cuanto á su explotacion. Y ademas, en general, no se puede propiamente hablar de carbon, pues los depósitos no tienen más que pizarras carboníferas.

(¹) Véase el trabajo del autor: *Carbon y asfalto carbonizado en la provincia de Mendoza*, en *Boletín de la academia nacional de ciencias*, tomo VII.

El predominio de las areniscas y la falta de un gran desarrollo de las pizarras, hace dudar de si en esta region podrán encontrarse depósitos explotables. Sin embargo, queda siempre como un hecho muy interesante la constatacion de la formacion carbonífera en una gran extension, y tal vez algun dia nos llegue la buena noticia de que se han encontrado excelentes depósitos.

Sobre la formacion carbonífera, en algunos puntos bien determinada por restos de plantas y relaciones estratigráficas, se encuentra otra vez un sistema de areniscas (rojizas en la mayor parte), en el cual se hallan también depósitos de carbon de insignificante espesor y mala calidad.

Segun la determinacion del señor doctor Kurtz, estas capas fosilíferas no pertenecen totalmente al Rhet, á cuyo sistema la han agregado junto con los verdaderos depósitos de la formación carbonífera, sino que ocupan un horizonte distinto, entre la formacion carbonífera y la triásica, representando de tal manera la formacion *pérmica* (dyasica), concepto concordante con las relaciones estratigráficas. Es muy interesante la circunstancia de que muchas plantas son idénticas ó á lo menos muy parecidas á las del sistema «Gondwana», de la India Oriental, lo cual indicaría una unión con Asia en la época pérmica. El nivel más alto en el sistema de las areniscas está probablemente ocupado por los depósitos de carbon de Marayes (Paganzo?), los cuales, junto con los de Cacheuta (Mendoza) serían de edad triásica (Rhet).

Las formaciones sedimentarias mencionadas, desde el sistema arcáico hasta el triásico, junto con las rocas eruptivas, son los principales componentes de las montañas de San Juan y la Rioja.

El sistema *jurásico-cretáceo*, interpuesto entre el triásico y el terciario, parece faltar en dicha provincia, al oriente de la cordillera central.

Creo, sin embargo, que los depósitos de la época nombrada están representados en esas regiones por ciertas areniscas muy destruidas por las grandes alteraciones que sufrieron en una época más moderna y por la accion corrosiva de las aguas. Pero de ninguna manera podemos suponer que tales sedimentos hayan alcanzado, al oriente de la cordillera central, el espesor á que llegan en ésta, donde, además, se asocian á las areniscas calizas fosilíferas (sistema jurásico de la cordillera de Olivares, al poniente de Iglesia!) (¹).

Finalmente, participan, prescindiendo del aluvio, en la composicion del suelo y en particular del suelo de los valles y llanuras, los estratos terciario-pampeanos (arenisca, arcilla, arena, etc.) los cuales son, á lo menos en parte, productos de ventisqueros.

Han existido probablemente dos épocas glaciares, la una en la época terciaria; la otra hácia el fin de la pampeana. Los ventisqueros del último período han desaparecido al norte de nuestro país (he descubierto sus huellas en el valle del Cura, etc.), mientras que todavía existen al sur (Patagonia) y tambien en la provincia de Mendoza (segun el doctor Hauthal).

Ahora bien; en la parte oriental de nuestra region, en la sierra de Fiambalá, Tinogasta, Copacabana (tambien en la de Catamarca), sierra de Velazco, de Vilgo, de La Huerta (y más al naciente, sierra de los Llanos, de Córdoba, de San Luis), surge á la superficie la formacion más vieja (arcáica), compuesta de pizarras cristalinas, quizás la primera costra sólida de nuestro globo; y así que avanzamos hácia el poniente, encontramos formaciones sedimentarias de más en más nuevas, llegando, finalmente, á los sistemas jurásico, cretáceo y terciario que, con rocas eruptivas, componen la cresta superior de la cordillera principal hasta sus más altas cimas.

Tenemos, pues, una série de sedimentos depositados en diferentes tiempos en un mar, que, en épocas muy remotas, extendióse mucho hácia el naciente, teniendo sus orillas en

---

(¹) Compárese el mapa del doctor Brackebusch, arriba citado.

aquellas sierras viejas (en parte como islas), y una profundidad cada vez mayor hácia el poniente. Este estado se conservó durante varias épocas, exceptuando alteraciones locales, hundimientos y levantamientos. Y su consecuencia natural fué que los sedimentos cerca de las costas, hácia el naciente sólo podían depositarse en cierto grado (escaso desarrollo de la formacion silúrica, etc.), formándose, especialmente, areniscas. El mar, parece, retiróse paulatinamente hácia el poniente; encontrándose sus costas orientales, ya en la época cretácea, cerca de nuestra cordillera principal.

Por consiguiente, *el desarrollo continental de esta parte del globo, procedió de naciente hàcia poniente, consistiendo en un levantamiento general. En la época cretàcea los Andes no existían aún, estando la region que ocupan cubierta por un gran mar, cuya extension era interrumpida solamente por una série de islas.*

Además de los estratos sedimentarios, forman parte de la composicion del suelo de nuestras provincias las *rocas eruptivas.*

Desde las épocas más remotas hasta las más modernas, se han producido salidas enormes de masas eruptivas (granito, diorita, porfirita, andesita, basalto, etc.) ya en el fondo del mar, ya en las superficies continentales. En cada época formáronse grandes grietas (por lo general con rumbo norte á sud), por las cuales salieron las masas eruptivas para acumularse en forma de cerros, ó derramarse en capas sobre los estratos sedimentarios.

Arrojando una mirada sobre la propagacion de las rocas eruptivas, reconocemos inmediatamente que las más viejas (granito, diorita, etc.) se encuentran principalmente al naciente de nuestra region; y hácia el poniente las más nuevas (melafiro, diabasa, porfirita, etc.), hasta encontrar sus representantes más modernos (andesita, traquita y basalto) en la Cordillera central.

Lo cual dice con otras palabras: *La accion eruptiva se* *retiró durante las diferentes épocas del naciente hàcia el poniente, en nuestra region; estando limitada en la época terciaria, casi exclusivamente á la Cordillera principal.*

Todavía en la época terciario-pampeana el relieve sufrió grandes alteraciones: erupciones traquíticas y basálticas sacudieron toda la cordillera, los estratos experimentaron dislocaciones y se hundieron partes considerables de nuestra region.

Todo lo cual demuestra que *la Cordillera principal es una montaña muy moderna, quizás la màs moderna del mundo y cuya formacion no parece concluida todavía.*

La intensidad de los procedimientos que han formado el relieve de nuestro país, si bien considerablemente disminuida, existe aún, sin duda alguna, en la época actual.

Si en épocas anteriores las masas eruptivas salieron por grietas muy extensas, hoy salen solamente por algunos canales, por los *volcanes actuales*, los que no son otra cosa que restos de aquellas grandes grietas.

La mayor parte de estas se encuentran tapadas por completo y muchos de nuestros volcanes permanecen inactivos. Pero quien creyera que ellos están apagados para siempre debe recordar únicamente, para salir de su error, la enorme erupcion del Talbuco en el año pasado ó dirigir su vista á las vecinas repúblicas del Norte, cubiertas por gran número de volcanes activos. Y no es menester irse tan lejos.

Nuestra misma Cordillera lleva desde el Sur hasta el extremo Norte toda una série de grandes volcanes, cuya actividad, muy disminuida por ahora puede aumentar llegando á terribles paroxismos.

Aún más; debe recordarse que á principio de este siglo, en 1822, segun dicen, estaba en actividad el volcan Tromen (gobernacion del Neuquen), y que durante el gran terremoto de 1863 humearon ó dieron señales de accion casi todos los volcanes desde el Sud de Chile hasta Perú.

Muy jóven es nuestro país y potentes son sus fuerzas. Todavía hoy actúan las que han formado su relieve general, manifestándose en diferentes formas.

Las masas eruptivas, sometidas á presiones enormes, encuentran un camino libre y tenemos entónces una erupcion volcánica generalmente acompañada de sacudimientos locales «terremoto volcánico en sentido estricto», ó no pueden salir por causa del grande espesor del manto pétreo que gravita sobre ellas. En este caso, la masa ígneo-fluida, puesta en movimiento, choca violentamente contra la costra sólida; pero no logrando romperla, es rechazada.

Tal procedimiento se manifestará por un sacudimiento terrestre; y de esta clase son la mayor parte de los terremotos en nuestro continente, como los hay tambien en Italia, Grecia, islas de Japon, etc.

Pero surge ahora la cuestion de saber, ¿cuál es la verdadera causa, la causa primordial de esos terremotos? porque el aceptar como tal el movimiento de las masas ígneo-fluidas del interior de la Tierra no satisface de nigun modo. Examinando más atentamente la naturaleza de los terremotos y volcanes, salta á la vista la íntima relacion en que están ambos con las líneas terrestres de fractura, con las grietas (líneas tectónicas), á lo largo de las cuales se produjeron las dislocaciones y los movimientos que han formado y forman todavía el relieve del país. *Los terremotos y volcanes estàn intímamente ligados con las montañas en forma de cadena y con las zonas hundidas que las limitan.* La patria de los terremotos son las montañas en forma de cadena, como nosotros sabemos mejor que cualquiera, siendo eso un hecho que nadie puede negar.

Semejantes terremotos han sido llamados *tectónicos ó terremotos de dislocacion*, porque tienen su causa en cambio de posicion de las masas componentes de la costra sólida, los cuales se verifican á lo largo de las grietas que atraviesan los sistemas sedimentarios hasta el núcleo ígneo fluido del globo.

Cada cambio en la arquitectura de esas masas tiene que manifestarse por un sacudimiento de la tierra.

Todos los cambios tectónicos tienen su última causa en el enfriamiento paulatino de la tierra, en la contraccion del interior de ella.

La consecuencia de la contraccion es la formacion de pliegues y luego de grietas, que pueden resultar por ser la cantidad de descenso de una parte del pliegue mayor que el de la otra (aumento de la tension y al fin ruptura). Este proceso de hundimiento no siempre es continuo, pudiendo ser interrumpido por algun tiempo. En tal caso se produciría otra vez una cierta tension, la cual concluiría por vencer las resistensias resultantes de la friccion y el descenso de las masas ocurriría bruscamente.

Entónces las partes de la costra sólida en descenso ejercerán presion sobre la masa ígneo fluida, bajo cuyo efecto ésta penetrará en las grietas. Si las masas eruptivas consiguen llegar á la superficie, tendremos una erupcion volcánica. En el caso contrario, en que se solidifican en el interior, un fuerte terremoto.

Así vemos la conexion inmediata que existe entre las líneas de fractura (líneas de dislocacion, grietas), los volcanes y los terremotos tectónicos. Y es, por lo tanto, supérfluo, refutar las observaciones que hacen los volcanistas en contra de estos últimos. *Volcanismo y terremotos tectónicos no son causa y efecto, sinó manifestaciones de un mismo proceso, cuya última causa es la contraccion del interior de la Tierra.*

Un gran número de terremotos locales, que ocurren en regiones volcánicas (sin erupcion) y son acompañados de truenos subterráneos ó de fuertes golpes como sucede frecuentemente, segun me han dicho, en la region del Cerro Nevado de San Francisco, y más al Norte, tienen tambien, con mucha probabilidad, su causa en movimientos tectónicos.

Recordando ahora lo que hemos dicho más arriba sobre la geología de nuestro país, debemos constatar: que las principales condiciones propicias para un terremoto tectónico se encuentran en grado eminente, en la region sacudida.

El proceso de la formacion de la Cordillera, como del relieve entero del país, que durante todas las épocas consistió en la produccion de rasgaduras enormes dirigidas de Norte á Sud (ó en la reapertura de viejas grietas), en el hudimiento de extensas regiones (con eje longitudinal de rumbo Norte-Sud) y en la salida de masas eruptivas, se ha desarrollado, sin duda, en medio de sacudimientos terribles.

Los movimientos tectónicos (dislocaciones) ocurridos dentro y en las orillas de la Cordillera principal (Valle de Iglesia, Rodeo, Valle del Cura, etc.) corresponden á una época muy moderna. Y no puede caber duda de que tales movimientos continúan produciéndose en forma de hundimientos ó de levantamientos. Los Andes continúan todavía su ascension (1), y los numerosísimos terremotos que se sienten á lo largo de esa cadena unas veces con suave sacudimiento ondulatorio, con golpes violentos otras ó ya tambien con retumbos semejantes á cañonazos, no son otra cosa que la expresion del movimiento de las masas de los movimientos tectónicos.

Estos movimientos, si suelen manifestarse corporalmente de un modo brusco, pueden tambien producirse con tanta lentitud que los haga inperceptibles dentro de un determinado lapso de tiempo. Para constatar su existencia, sería preciso constatar cada cien años una nivelacion de precision.

La parte austral de Chile y de Patagonia se levanta actualmente, como lo comprueban las antiguas orillas y los bancos de conchas esparcidos á lo largo de la costa á diferentes alturas pero siempre arriba del nivel actual del mar. Muchos opinan que esta elevacion se produjo bruscamente durante los violentos terremotos de 1822 y 1835.

---

(1) Esta opinion está todavía en controversia científica; sin embargo sus opositores son hoy día muy pocos.

Que hayan ó no ocurrido bruscamente los movimientos á que me refiero, lo indudable es que existen y que la mayor parte de los terremotos de Chile tienen su causa en movimientos tectónicos.

Nuestro terremoto del 27 de Octubre es tambien un terremoto tectónico, y no puede ser de otra especie.

Los astrónomos mismos, que buscan la causa de éste y de otros muchos terremotos en las constelaciones planetarias ó en la atraccion lunar, deben convenir en que el movimiento de su supuesto mar interno en su accion contra la costra sólida debe ser dependiente de la arquitectura de ésta. Si semejante causa geocósmica actúa hoy, es claro que tambien lo ha hecho en épocas anteriores y con mayor intensidad que ahora por el menor espesor de la costra terrestre; y, no obstante, se observa que desde los tiempos más antiguos hasta los más modernos, todos los movimientos, ya sean hundimientos ó levantamientos, han estado siempre íntimamente ligados con las líneas tectónicas.

Pero sí, como vemos, la naturaleza tectónica del terremoto está fuera de discusión, no sucede así con lo que se llama el primer impulso, productor del movimiento.

Prescindiendo por un momento de todas las consideraciones teóricas (reflexion de la onda, etc.) y tomando sólo en cuenta las informaciones recibidas de los habitantes de la region podemos decir que *el movimiento ha venido del poniente*. Esta es la opinion predominante.

Desde la ciudad de San Juan hasta 60 leguas al Norte, en Iglesia, Jachal, Guandacol, Vinchina, etc., la mayor parte de la gente atestiguaba que el movimiento había venido del Oeste ; *no de un punto*, por lo tanto, *sinó de una línea* con rumbo aproximado Norte-Sur.

Pero así que avanzábamos más hácia el Norte aumentaban los testimonios de que la onda había venido de ese lado ó del Nordoeste) y en Tinogasta era ésta la opinion exclusiva.

En Famatina, Chilecito y Rioja, la mayor parte de las informaciones concuerdan en esto último; y para nosotros, aquí en Córdoba, no puede caber duda alguna de que hay que buscar en el Norte ó Nordoeste el orígen del movimiento.

Segun se desprende de las observaciones efectuadas, existe una diferencia esencial respecto *à la forma del sacudimiento* en el Sur y en el Norte.

Mientras que en la provincia de San Juan, — con excepcion del valle de Iglesia etc., lindante con la Cordillera — el movimiento fué al principio ondulatorio, creciendo en seguida hasta tres golpe, de los cuales el más violento fué el segundo, para luego tomar otra vez la forma ondulatoria y extinguirse; las informaciones recogidas en el Norte de la provincia de la Rioja manifiestan que el movimiento empezó allí con un fuerte golpe, segun unos y segun otros con un ruido semejante al de la caída de granizo, cañonazos ó estallido de granadas, al cual siguió una pausa, recomenzando despues lentamente en forma ondulatoria para crecer hasta varios golpes (3, 4 ó 5, segun las distintas versiones) y perderse luego en ondulaciones decrecientes.

En Chilecito se han observado varias veces remezones procedentes del Norte, dos de ellas, muy fuertes en Junio de 1894 y anteriores, por consiguiente à el de Octubre. Uno de estos se manifestó con ruidos de cañonazos y casi sin sacudimiento.

De todo ello resulta, pues, que *hay que buscar el punto de partida de nuestro terremoto al Norte de las provincias de San Juan y la Rioja.*

Veremos más tarde cómo se explica que el movimiento pareció partir simultáneamente de una línea Norte-Sur, segun hemos dicho más arriba.

Por ahora trataremos de buscar en el Norte la region que contiene probablemente el centro del terremoto.

No habrá dificultad, segun mi opinion.

Al Norte del 26° de latitud y proximamente entre los 67° y 69° longitud de Greenvich, existe una *region volcànica*, muy poco conocida.

Rocas andesíticas, traquíticas y basálticas, cráteres, solfataras y fuentes calientes, atestiguan con evidencia que en tiempos muy cercanos han tenido lugar en ella grandes erupciones.

De épocas más remotas, hasta el período cretáceo y jurásico existen tambien señales que comprueban una poderosa accion volcánica.

¡ Qué laboratorio colosal contiene nuestro planeta ! y quién será capaz de imaginarse siquiera todos los procedimientos químicos, físicos y mecánicos que en su inmenso seno pueden operarse ! El campo de la Geología dinámica, que tocamos aquí, es muy áspero y difícil. Numerosas teorías se mueven y se entrelazan en él, sin que hasta ahora ninguna haya obtenido la aceptacion general.

Para dar al profano, en tan árduas materias, una idea de los hechos que pueden realizarse en el interior del globo produciendo un terremoto, supongamos que *grandes masas de agua* se precipitan hácia abajo y llegan á ponerse en *contacto con las masas ígneo-fluidas*. El agua se transforma inmediatamente en vapor, y este fenómeno se manifiesta por un violento choque, produciéndose un terremoto ó tambien una erupcion.

No ignoramos que muchos buscan en ese proceso la única causa del volcanismo; pero sin suficiente razon.

La geología moderna dice que las masas ígneo-fluidas del interior de la tierra sometidas â gran presion y à una temperatura que en la superficie mantendría fundidas pueden solividificarse, absorbiendo grandes cantidades de gases.

Si la presion cesa por cualquier motivo, la formacion de una grieta por ejemplo (consecuencia de la contraccion del interior de la tierra), las masas solidificadas vuelven al estado de fusion y un gran volúmen de gas queda libre, ocasionando, como efecto necesario, un sacudimiento del suelo y, en determinadas circunstancias, una erupción volcánica. Esta no se realizará si el proceso tiene lugar á grandes profundidades, de manera que la explosion de gases no haya podido abrirse camino rompiendo completamente la costra sólida. Pero esta explicacion aislada, no basta para dar razon de nuestro terremoto.

Los referidos choques locales, producidos por la explosion de gases y por formacion rápida de vapor de agua, por fuertes y repetidos que fueran, creo que no hubieran podido producir un terremoto tan violento y de tan grande extension.

Hemos insistido sobre la circunstancia de que *nuestra region es sumamente rica en líneas de fractura* (grietas, líneas de dislocacion). Ellas tienen diferentes direcciones variando entre Nornordeste-Sudsudoeste y Nornordoeste-Sudsudeste; y, en parte, se extienden mucho hácia al Sur. Otras se pierden á veces completamente y, con frecuencia, por trechos, continuando luego, más adelante, en aquella direccion. Tienen, además, ramificaciones y, en ciertos lugares (por ejemplo, cerca de Guandacol) se cruzan entre sí. Topográficamente están muchas veces señaladas en el terreno por grandes depresiones, las cuales representan hundimientos de partes de la costra sólida, comprendidas entre dos grietas..

Mencionaré aquí, entre esas depresiones, sólo las siguientes: la zona baja lindante con la falda de la Cordillera y ocupada por el valle del rio Blanco, los valles de Iglesia y de Rodeo; la depresion en que corren los rios de Vinchina, de Guandacol y el Bermejo; la existente entre las sierras de Velasco y Famatina con su continuacion hácia el Sud entre la Sierra de los Llanos y de la Huerta, y, en fin, muchas otras cuya enumeracion nos llevaría demasiado lejos.

Todas las rupturas corren hácia al Norte, es decir, hácia la region volcánica mencionada. Esta misma es una zona de grandes grietas y en la cual, en diferentes épocas y aún en tiempo histórico han tenido lugar erupciones, con enorme salida de materiales.

Además de las grietas con rumbo Norte-Sud, sobre las que están situados los volcanes de Jotabeche, de Copiapó, etc., y muy al Norte el Licancaur, las hay que parecen tener la direccion Sudsudoeste-Nornordeste.

El Cerro de San Francisco, el Monte Pissis, Bonete, y el Cerro de Vidal Gomez, conos colosales de andesita y traquita como asímismo sus continuaciones hasta el Norte, indican el rumbo de las grietas. Estos sistemas principales de ruptura tiene su continuacion hácia el Sud en la Cordillera alta.

Ahora bien, sabemos que en épocas no muy remotas la actividad volcánica alcanzó su máximum en aquella region.

Antiguas grietas se abrieron entónces nuevamente, y se formaron muchas otras que antes no existían, extendiéndose muy lejos hácia el Sud. Las masas eruptivas salieron una parte á la superficie, constituyendo volcanes ó derramándose sobre las formaciones sedimentarias, mientras que la otra se solidificó en el interior á grandes profundidades. Sabemos aún más: que estos sucesos se repitieron durante muchos miles de años y que, si bien con intensidad reducida, continúan ocurriendo todavía en los tiempos actuales (volcan activo Licancaur).

Imaginemos, por otra parte, que las masas eruptivas solidificadas en las grietas á grandes profundidades encuéntranse sometidas á una tension enorme, y así deberemos convenir en que una ruptura de la costra sólida ocurrida á gran profundidad en aquella region volcánica, de donde parten las grietas corriendo en todas direcciones, especialmente hácia el sudoeste, puede tener como consecuencia simultánea *la ruptura de todas, ó à lo menos de algunas grietas, ruptura que podría extenderse à bastante distancia.*

En tal caso, las masas solidificadas, libres ya de la presion que gravitaba sobre ellas, volverían casi instantáneamente á su primitivo estado de fusion, desarrollando *grandes cantidades de gases, los cuales, por su presion sobre la costra sólida, producirían una onda seísmica que habría de propagarse con suma rapidez.*

Si así ha sucedido, *la mayor intensidad* de movimiento debió manifestarse allí donde existía *un gran número de grietas*, es decir, entre el 70° y 66° de longitud, siendo la más perjudicada en el proceso la ó las grietas situadas más cerca de la pendiente oriental de los Andes.

Estas grietas son las más nuevas, las que sólo pueden oponer el mínimum de resistencia á un choque y, por lo tanto, las que más han sufrido hasta los tiempos modernos por los ataques de las fuerzas volcánicas del interior de la tierra.

Un otro factor, destinado á aumentar la intensidad del terremoto, resultó del *movimiento tectónico* (dislocacion de las masas) producido por la ruptura de las grietas y los choques contra ella, y este mismo debió hacerse sentir con la mayor fuerza allí, cerca de la Cordillera, á causa de la presion que ocasiona el incalculable peso de ésta.

Y bien, *con la teoría enunciada, concuerdan exactamente los hechos. En efecto, los mayores efectos de terremoto se han producido en la zona que comprenden los grados 68 y 70, en las depresiones, creciendo en intensidad hàcia la Cordillera, en cuyas faldas (valles de Iglesia, Rodeo y del Rio Blanco) han alcanzado su máximum.*

En adelante recurriremos á los efectos producidos en esa parte.

Ahora puede preguntarse : ¿ Por qué no han sufrido tanto los distritos setentrionales de San Juan y La Rioja, situados cerca del foco del terremoto ?

Debe contestarse en primer lugar, que esos distritos son desiertos ó muy poco poblados, razon por la cual no ha podido observarse en ellos los efectos que estamos acostumbrados á apreciar por la destruccion de los edificios.

Es sabido además, que la intensidad de un terremoto, no siempre debe medirse por el grado de destruccion ocasionada, afirmacion que bien se comprueba por el hecho observado en otros terremotos de quedar zonas completamente intactas en medio de una zona de la más grande destruccion.

Por otra parte, que el terremoto de Octubre, se hizo sentir con gran violencia en el Norte de San Juan y La Rioja, lo aseguran todos los testigos, y lo comprueban las huellas encontradas por nosotros en el suelo mismo.

Así hemos observado en la sierra de Famatina, cerca de Angulos, un terreno de arenisca muy rasgado en una gran extension y en parte hundido, en tanto grado que en ninguna otra parte hemos podido constatarlo igual ni aún en las pendientes formadas por el suelo blando pampeano. Muchos otros casos podría citar, pero no debo ser muy extenso.

Estas pocas observaciones realizadas en un ligero viaje de exploracion, dicen mucho, tanto más si se considera que fenómenos idénticos y quizás muchos otros de mayor importancia se presentarán mil veces en las vastas é inexploradas regiones del Nordeste.

Pero, además, no puede afirmarse que la intensidad de un terremoto está siempre en razon inversa de la distancia al centro, como pretende la teoría. Esa regla no puede valer nunca para los terremotos tectónicos, los cuales, en las grandes extensiones que por lo general alcanzan, están, como ha sucedido con el nuestro, bajo la influencia de un sinnúmero de factores locales.

Y con eso llegamos á *un tercer factor de la mayor importancia*, para poder juzgar bien en la naturaleza del sacudimiento que nos ocupa.

El carácter geológico dominante de la provincia de San Juan, y especialmente de su parte austral, lo constituye el *gran desarrollo de calizas silúricas.*

Las sierras de Tontal y de Zonda (al poniente de la ciudad de San Juan), y su continuacion hácia el Norte con las sierras de Tigre y el cerro Blanco, como tambien la mayor parte de la sierra de Villicum y de las montañas que están al Norte de Jachal y, por consiguiente, la precordillera de San Juan y Mendoza, están compuestas casi exclusivamente de calizas silúricas. Todas ellas forman una série de cadenas paralelas con rumbo Norte-Sud, pendientes muy escarpadas, á veces casi verticales.

No se necesita saber geología para comprender inmediatamente que las zonas de depresion encerradas entre esas cadenas no son otra cosa que las partes hundidas de la costra sólida, mientras que aquellas representan los pilares, que quedaron más ó menos firmes. Las paredes escarpadas indican con claridad las rupturas, que atraviezan la region. Y si estas quedan así tan bien señaladas sobre la superficie del terreno, su continuacion subterránea es revelada muchas veces por fuentes que en numerosas localidades, brotan de las grietas, al pié de las rápidas pendientes.

¿ Cuál es el habitante de San Juan que no conozca los baños de Zonda ? Estas aguas magníficas, en forma de pequeñas lagunas, están situadas al pie de una pared casi vertical de caliza silúrica. Ellas ofrecen un aspecto maravilloso ; pero ahora no sirven de consuelo al visitante que acaba de dejar los escombros de una ciudad recien destruida por el terremoto para escapar par algunos momentos al espectáculo de una miseria espantosa.

No habrá, seguramente, un geólogo que no comprenda inmediatamente que estas y otras aguas han contribuido, en gran manera, á los efectos destructivos del terremoto en la provincia de San Juan.

Estas *aguas*, que vienen de la cordillera y ascienden desde las profundidades por presion hidrostática, disuelven, circulando por entre las grietas, grandes porciones de caliza. Y no solamente se ejercita esa accion disolvente en las grandes líneas de fractura, sinó que tambien los pilares (montañas), están atravezados por un sinnúmero de grietas mayores y menores muy finas, en las cuales actúan las aguas atmosféricas tanto como las subterráneas. Nadie negará que de esto puede resultar *una perturbacion en el equilibrio de la arquitectura de las capas*, la cual con el tiempo, puede llegar á tal grado que determine una compensacion, un movimiento tectónico de las masas, manifestado por medio de un sacudimiento.

A esta clase pertenece un gran número, sinó todos, de los muchos temblores locales, que los habitantes de San Juan experimentan casi anualmente, y á esta perteneció tambien probablemente el gran terremoto de Mendoza en el año 1861 (accion de las aguas divolventes sobre yeso?).

La onda seísmica, procedente del Norte encontró particularmente en San Juan, ese desequilibrio, producido por la accion del agua, y de ahí resultaron *movimientos tectónicos locales, cuya intensidad debió aumentar el movimiento tectónico general* más arriba expuesto. Tales son las causas secundarias de la gran destruccion observada en San Juan, Moquina, Iglesia y Rodeo. Si quisiéramos construir el *epicentro* atendiendo sólo á los efectos, aquél *se hallaría en el valle de Iglesia y Rodeo.* Ahí no solamente ha sido máximo el perjuicio por destruccion de habitaciones, sinó que tambien la intensidad alcanzó el más alto grado, como se manifestó por golpes violentos de abajo arriba y ruidos semejantes á cañonazos ó explosion de granadas. Tambien los sacudimientos que siguieron al 27 de Octubre han sido en esta region, como yo mismo puedo constatar, los más frecuentes y violentos. La causa consiste, como acabo de decirlo, en que los movimientos tectónicos alcanzaron en ella su mayor intensidad. Y que así debía suceder, se comprende fácilmente, con sólo imaginarse la accion disolvente de las aguas, que, viniendo de la Cordillera, se infiltran y circulan entre grietas para salir nuevamente á la superficie en las depresiones (valles), cargadas de una gran cantidad de substancias minerales.

Es además evidente, que la gigantesca masa de la Cordillera debía desempeñar en semejantes movimientos mecánicos y en la que se refiere á la presion sobre el subsuelo y las grietas, un papel de mayor importancia, que las masas más pequeñas (sierras, precordillera). *Así se explica por qué en dicha zona, como màs al norte, el movimiento pareció venir del poniente, de una línea.*

Pero tambien debemos considerar, como agentes cooperantes, el aplastamiento que probablemente experimentaron las ondas seísmicas en el macizo de la Cordillera.

Consecuencia natural del movimiento de las masas, de la compensacion del desequilibrio general, producido por la contraccion del interior de la Tierra (formacion de pliegues y grietas), y del desequilibrio parcial, proveniente de sucesos locales (accion disolvente de las aguas y otros factores), sería un hundimiento, extendido á vastas zonas ó reducido á pequeñas extensiones.

Surge ahora la cuestion de si tal hundimiento se ha verificado en nuestras regiones.

En muchos puntos está de manifiesto un *movimiento local de las masas,* ya en el suelo plano, ya en las cuestas y pendientes.

En el valle de la Iglesia, y en las llanuras de Moquina y de Tacunuco se observan hundimientos, si bien insignificantes. En el Paso de Colonguil una ciénega ha bajado considerablemente; en el valle del Rio Blanco (valle del Cura), al norte de Malimen, una cuesta, compuesta de estratos terciarios pampeanos y plantada de álamos, se ha puesto en movimiento hácia el bajo; entre Zapallar y Chunchica (Rioja) el descenso de las areniscas ha cerrado la quebrada en gran extension; cerca de Guandacol un peñon de caliza silúrica, ya en tiempos anteriores separado de otro por una grieta, se ha hundido más; y muy al norte de la sierra de Famatina (Cuesta colorada, cerca de Angulos), las areniscas agrietadas en todas direcciones han cambiado de posicion bajando tambien en parte. Estos son algunos ejemplos que podríamos aumentar pero, ¿ cuántos otros fenómenos semejantes no han escapado á nuestra observacion ?

Considerando, además, que de la region sacudida, sólo una parte mínima hemos recorrido en nuestro viaje de exploracion, habrá que convencerse de que tales movimientos locales de masas (dislocaciones) han tenido lugar en muchísimos puntos. Esto, sin hablar de la caída de peñascos, mil veces observada.

¿ Há tenido tambien lugar *un descenso general* comprendiendo grandes zonas, las de depresion, por ejemplo, de manera que pudiéramos considerar este proceso como la continuacion de los anteriores ?

Es muy probable, aunque sea difícil dar una prueba definitiva de ello. El descenso ha podido ser tan mínimo que sólo una nivelacion de precision podría constatarlo.

Tengo que hacer mencion aquí de una observacion, hecha por una persona bastante instruida, pero cuyo valor puede, sin embargo, ponerse en duda.

Esa persona, que vive en Moquina, afirmaba que todos los años había podido percibir desde cierto sitio de sus habitaciones, un punto blanco de la sierra nevada de Olivares (cordillera principal) sobresaliendo de la de Talacastra, pero nada más que un punto. Actualmente, después del terremoto, se vé con toda claridad y desde el mismo sitio, una pequeña parte de la cumbre. Suponiendo la observacion exacta, la zona situada al este de la Cordillera habría experimentado un hundimiento (recíprocamente, la Cordillera se habría levantado).

Tenemos, pues, que los grandes efectos del terremoto en San Juan y la Rioja, han tenido su principal causa, en los procedimientos tectónicos desarrollados ahí con alto grado de intensidad; y que la zona próxima á la cordillera (Iglesia, Rodeo) ha sido sacudida con mayor violencia.

Llegamos ahora á la exposición de la influencia de otro agente de suma trascendencia : *el agua subterrànea.*

A medida que nos alejamos del norte, descendiendo hácia el sud por las depresiones, y cuanto más sube el agua subterránea con la disminucion de las alturas, mayores son los efectos visibles del terremoto.

Si trazamos en las depresiones australes, por ejemplo en Valle de Iglesia, Rodeo, Tucunuco, Guandacol, Jachal, etc. ó en la llanura de San Juan y del Rio Bermejo, *la curva del agua subterrànea, veremos que los efectos — consistentes en la formacion de rajaduras y salida de agua con destruccion de edificios, etc., — aumentan à medida que dicha curva se acerca à la superficie y, por el contrario, disminuyen conforme se elevan las cuestas y el suelo alcanza mayor solidez.* Esta es una ley general y la única que se puede comprobar con seguridad en este terremoto.

En las zonas de depresion extendidas de norte á sud y de poco ancho (valles del Cura, Iglesia, Rodeo y Maliman, Tucunuco, Guandacol, Vinchina, etc.) es ese mismo el rumbo predominante de las rajaduras; mientras que en las llanuras de San Juan y del Rio Bermejo (Moquina) y de Nonogasta y en el Valle Fértil (según los doctores HAUTHAL y VALENTIN) se observan en otras direcciones y principalmente de oeste á este.

Las rajaduras tienen por lo general, escasa amplitud en todas direcciones. La más grande que observamos, en suelo pampeano y aluvial (Moquina), tenía un largo de 660 metros, profundidad mayor que 1 metro y ancho hasta 50 centímetros.

Hendiduras parecidas, se han formado en Angaco sud y Angaco norte, San Juan.

Por lo comun, no alcanzan ni á 50 metros de longitud, siendo las más de las veces mucho menores y su ancho y profundidad insignificantes.

Abundan mucho cerca de los arroyos, rios, lagunas, acequias, etc., cuyos bordes han sufrido casi todos hundimientos y derrumbes, sobre todo las escarpadas barrancas.

Tambien he observado muchas rajaduras, con rumbo paralelo á las cuestas, donde el blando suelo aluvial y diluvial descansa sobre la roca firme.

Estos fenómenos de rajaduras no ofrecen nada digno de mencionarse; y los señores ingenieros que han basado en su naturaleza, rumbo é inclinacion, una teoría relativa al centro, epicentro, propagacion, etc., del terremoto, han cometido un gran error. Han demostrado con ello que saben calcular y tambien que no han comprendido la teoría de Mallet, de la cual parten en sus exposiciones. No podemos ocuparnos aquí de esta teoría y mucho menos de las habladurías con que los periódicos llenaron sus columnas poco despues del terremoto, aunque ellas pertenecen á las deplorables consecuencias de aquel triste suceso.

A más de las rajaduras se encuentra en los departamentos de Angaco norte y sud y Albardon y en la llanura de Moquina (San Juan), *pequeños conos truncados* de una altura máxima de 1 decímetro y diámetro hasta de 5 decímetros, con una ó dos aberturas en la parte superior y un canal interno, semejantes á pequeños cráteres, por los que salía agua y fango (arena muy fina).

Los conitos son circulares, cuando el agua ha brotado de una pequeña rajadura ó de un punto; elípticos, en cuyo caso tienen generalmente varias aberturas más grandes en la direccion de una grietita que los cruza.

En ninguna parte de la Rioja se han presentado fenómenos nuevos. La grieta más grande observada cerca de Zapallar al NO. de Guandacol, en medio de una extensa ciénega, tiene, segun me dijeron, una profundidad de más de 20 metros y mucha longitud. No la he visto.

El agua subterrànea salió por casi todas las rajaduras, formadas en el suelo plano de las depresiones, durante el terremoto (en Tucunuco en chorros hasta de 1 metro de altura), pero de ninguna parte brotó agua caliente.

En general, se puede decir que las aguas aumentaron considerablemente durante el terremoto, tanto en las vertientes, como en los ríos y arroyos.

Algunas fuentes, situadas sobre grietas (por ejemplo las de Talacastra, del arroyo Nacimientos) han conservado despues el aumento de su caudal; mientras que otras (de Rodeo, por ejemplo) han disminuido sensiblemente.

Hay tambien casos en que las aguas se perdieron por motivo del terremoto, como sucedió en La Ciénega, cerca de Gualilan (San Juan), donde volvieron recien al cabo de seis dias.

Algunos aseguran que la fuente de Talacastra (25° C.) ha aumentado su temperatura, pero otros niegan en absoluto el hecho.

La fuente caliente de Bismanta (44°5 C.) al oeste de Rodeo (San Juan) parece que no ha sufrido alteracion.

Repito aquí lo que ya dije en la primera parte de mi informe sobre los Baños del Chorro en el valle del Cura (cerca 29°30′ de latitud).

En el suelo plano del valle, hácia el oeste, y cerca de la pendiente, sobre una base elíptica, levántase una pequeña colina de 12 metros de altura proximamente, é igual longitud, compuesta por capas superpuestas de aragonita mezclada con carbonato de sodio, productos de las fuentes termales. La más importante de éstas se encuentra en el extremo septentrional, á una altura de cuatro metros. El agua sale por una grieta que atraviesa el vértice de la colina, con una temperatura superior de 80° C. Su sabor es alcalino (carbonato de sodio) y ácido (ácido carbónico).

En el punto culminante de la extremidad austral y en la prolongacion de dicha grieta se levanta una pequeña chimenea por donde sale vapor de agua y ácido carbónico. A juzgar por los depósitos existentes alrededor, especialmente carbonato de sodio, parece que ésta funcionara como un regulador, arrojando de vez en cuando agua caliente. En el interior de la colina se produce un ruido, ocasionado por las aguas que brotan en estado de ebullicion probablemente.

No he podido constatar indicio seguro de accion más violenta producida por el terremoto.

Sin embargo, el señor DESIDERIO FONSECA, persona muy competente, dice que el año 1884 el agua tenía una temperatura menor que la de Bismanta (44°5 C.). Además hay que tomar en consideracion que los depósitos de carbonato de sodio, que se encuentran alrededor de la chimenea, se han formado por salida de un chorro de agua, indudablemente en el año 1894 recien despues del derretimiento de la nieve; pues depósitos de esta naturaleza son disueltos fácilmente por las aguas; ya una insignificante lluvia los hubiese destruido. Por eso queda la probabilidad que estas fuentes termales, que salen sobre una grieta muy moderna, han actuado con más violencia durante el terremoto, arrojando grandes cantidades de agua hirviente.

A poca distancia hácia el norte, en una ciénega, encuéntranse otros ojos de agua fría, alcalina, que brota por conitos de fango y aragonita de escasa altura. Me dicen que estas aguas eran calientes el año pasado, sirviendo para baños. El cambio de temperatura sería, entonces, un efecto del terremoto.

Finalmente, creo excusado repetir que en ninguna parte de la region recorrida se ha notado accion volcánica, ni humo siquiera (¿en los volcanes?).

¿Cómo podemos explicar las rajaduras del suelo y la salida de las aguas? Tal sería el problema que aún queda á resolver.

Ya dije en la primera parte de mi informe: « En cuanto á la ascención del agua y á formacion de rajaduras, pienso que hay que tomar en cuenta, además del movimiento del agua subterránea, principal factor, el aire. La cooperacion del aire es indudable, pero ella sola no basta para la explicación satisfactoria de esos fenómenos; y hay que volver á las consideraciones de la estructura geológica.

El suelo de los valles que corren de Norte á Sud entre las cadenas paralelas, así como el de las grandes llanuras que se extienden en la parte austral de San Juan y Rioja en las sierras de los Llanos, de la Huerta, Pié del Palo y las precordilleras sanjuaninas, se componen de depósitos blandos de arcilla, arena y rodados que las aguas depositaron allí en épocas anteriores, proceso que continúa aún. Podemos comparar este suelo con un inmenso cono de acarreo que se ha movido desde el Norte y Oeste hácia al Sud y el Este. Ahora bien, como no existe una ligazon íntima y sólida entre estos materiales y las cuestas escarpadas, era forzoso, como consecuencia necesaria de un movimiento tan violento como el ocasionado por el terremoto, que se sentase el suelo, es decir, que las masas blandas se deslizaran de las faldas hácia el fondo de las depresiones, de la misma manera que la ciénega de los Cerrillos, situada en el Paso de Colanguil (San Juan), sobre granito y pórfido cuarcífero, saltó y corrió hácia abajo, así tambien, aunque en menor grado, tuvieron que deslizarse los depósitos aluviales y diluviales sobre las rocas firmes de las cuestas. Y siendo heterogénea la composicion del suelo en los valles y llanuras y desigual la superficie del subsuelo que sirve de lecho á los depósitos, el movimiento y, por consiguiente, la presion, no pudieron ser iguales, razon por la cual el suelo debió rajarse y las masas de aguas subterráneas fácilmente movibles obligaron á surgir á la superficie. Esto ha sucedido generalmente allí donde las aguas encontraron menor resistencia, es decir, en los sitios bajos de las presiones donde el líquido se halla más cerca de la superficie.

Así resultó naturalmente que en los valles estrechos dirigidos de Norte á Sud, cuyo subsuelo no puede tener grandes irregularidades, las grietas se formaron en esa misma direccion. Pero en las llanuras, cuyos depósitos aluviales y pampeanos descansan sobre el suelo prepampeano irregularmente ondulado, las rajaduras debieron tomar, y en efecto tomaron diferentes direcciones. Es, por lo demás, evidente, que el rumbo de las rajaduras dependía, en muchísimos casos, del curso de los rios, arroyos, acequias, etc.

El aire contenido en el agua, cuya cantidad aumentó considerablemente con su movimiento subterráneo, facilitó, como es natural, la salida del agua en los puntos de menor resistencia y ha actuado exclusivamente en la formacion de los conitos arriba mencionados.

Con esto, creo que hemos llegado a una explicacion satisfactoria de la formación de las rajaduras en los valles y llanuras y de la salida de las aguas subterráneas, explicación que los seismólogos pueden aceptar con tanto mayor fundamento, cuanto que en algunos países sacudidos por terremotos, por ejemplo en Grecia, se ha observado un hundimiento *visible* del suelo con produccion de aquellos mismos fenómenos.

Hemos mencionado arriba los movimientos tectónicos engendrados por un choque como causa principal del terremoto, y hemos visto que ellos debían manifestarse en las cercanías de la Cordillera Central con el màximum de intensidad, disminuyendo hàcia el Este.

Podemos ahora distinguir correspondiendo à las líneas de fractura de rumbo Norte-Sud, zonas en cuanto à la intensidad de los efectos, aproximadamente paralelas en las cuales las regiones australes comprendidas en la llanura han sufrido màs que las septentrionales situadas à mayor altura. Se puede distinguir :

1° La zona de Iglesia y Rodeo con su continuacion hácia el Norte, en la cual se observó la mayor intensidad del movimiento;

2° La zona de Cruz de Piedra (Jachal), Niquivil, Tucunuco y San Juan;

3° La gran depresion del valle del rio Vinchina y Guandacol con la llanura del Bermejo (Moquina);

4° La zona comprendida entre el Velazco y el Famatina con su continuación hácia el Sud;

5° La llanura situada al naciente de la siera de Velazco (ciudad de la Rioja) con su continuacion al Sud.

Pero, podría observarse, eso no puede ser; pues la provincia de la Rioja ha sufrido por el terremoto, segun los informes, tanto ó más que la de San Juan.

Inexactitudes y exageraciones!

En Jagüel, Vinchina, Cerro Negro, no ha caído ni una casa y en Unión (Hornillos) sólo tres ó cuatro de las situadas en la parte baja. Guandacol, completamente destruido segun los diarios, tiene tres ó cuatro casas destruidas. Es cierto que la estancia de Santa Clara, cerca de Guandacol al Sud, cayó completamente, pereciendo bajo los escombros la señora y un niño del propietario. Pero qué triste espectáculo ofrece Moquina (San Juan), comprendida en la misma zona, donde no quedó ni una sola casa en pié y murieron nueve personas!

En la cuarta zona, Tinogasta, Copacabana, Campanas, Angulos, Famatina y Chilecito, resultaron completamente intactos y si hubo algun perjuicio se limitó á rajaduras de las murallas. Sólo algunas poblaciones, situadas en puntos más bajos, como San Blas, Pituil, Nonagasta, Vichigasta, etc., quedaron poco más perjudicadas.

Pero ¿qué vale todo esto en comparación de los estragos de Maliman, Rodeo é Iglesia en la primera zona y de la ciudad de San Juan y Tucunuco en la segunda?

Prescindiendo de esta ciudad — cuyos edificios están más rajados que caídos — en ambas zonas han sido derrumbadas más de mil habitaciones.

Y si bien la ciudad de la Rioja ha sufrido mucho, sus perjuicios son menores que los de San Juan, cuyos edificios han sido, además, mejor construidos. Hemos calculado el valor total de perjuicios de San Juan en seis millones de pesos nacionales. La provincia de la Rioja no habrá perdido ni dos millones.

Pero no obstante, — y ahora volveremos á las consideraciones teóricas — queda en pié, como contrario á nuestra teoría el hecho de que la ciudad de la Rioja, situada al naciente de las zonas más sacudidas, presente tambien, como éstas, grandes efectos.

En primer lugar, debíase notar que tal hecho no es en manera alguna extraño á los seismólogos. Así como dentro de zonas muy sacudidas pueden existir otras casi ó del todo privada de efectos (este es el caso de Jachal, localidad situada en una depresion rodeada por todas partes de sierras, que ha sido amparada por su especial estructura geológica) se ha observado tambien lo contrario, es decir, comarcas de destruccion máxima en medio de regiones no afectadas.

Sin embargo no es fácil, como sucede en la mayor parte de los casos análogos, dar una explicacion satisfactoria de la destruccion de la Rioja.

La ciudad está situada en una cuenca sobre suelo pampeano, á una legua más ó menos de la pendiente de la sierra de Velazco, compuesta de granito y pizarras cristalinas. Los estratos pampeanos descansan probablemente sobre arenisca. La pendiente oriental de la montaña es muy rica en arroyos, llenando sobre todo el rio de la Rioja un caudal considerable.

Como el agua se pierde muy pronto en la depresion por infiltraciones, podríamos suponer que se hubiera estancado en una cuenca subterránea y experimentado dentro de ésta, por el choque, fuerte movimiento.

Segun el ingeniero Beltrutti, el sacudimiento empezó con violencia, haciendo saltar los objetos sobre la mesa.

El mismo señor observó que el agua de la palangana saltaba hácia arriba para derramarse luego por el lado Norte (movimiento viniendo del Norte).

Segun otra observacion muy interesante saltaba el agua en una represa hasta un metro de altura, derramándose en seguida sobre los bordes. Todo esto indica un golpe de abajo arriba.

Tambien sería posible y lo creo más probable, que semejanto choque haya sido producido por una ruptura subterránea (por ejemplo de la bóveda de una caverna formada por disolucion de yeso, que muy probablemente existe en los depósitos de arenisca).

Otra explicacion igual, aceptable, encontraríamos en la ubicacion de la ciudad cerca del gran macizo de Velazco. Componiéndose la mayor parte de ésta de gneis, granitos, etc., masas relativamente homogéneas contra las cuales el choque obró directamente como veremos más abajo, las vibraciones no podían ser muy debilitadas y debieron llegar allí con gran fuerza.

¿Cuál ha sido la causa de la gran propagacion del terremoto, cuya onda se hizo sentir tanto en Bahia-Blanca y Entre-Rios, como en Copiapó (aquí muy fuerte) y Concepcion de Chile, es decir, sobre una área de más de tres millones de kilómetros cuadrados ?

Creo que esta circunstancia sólo se explica suponiendo que el golpe generador se produjo á enormes profundidades con mucha profundidad en el límite de la costra sólida en contacto con el núcleo ígneo.

Partiendo de esta suposicion, es evidente que tal empuje debía operar, en primer término, contra las líneas más débiles : contra las grietas, que en crecido número, atraviezan nuestra region de arriba abajo hasta donde la formacion más vieja (la primera costra sólida), descansa sobre el supuesto núcleo ígneo fluido del globo. Más arriba hemos visto cómo el choque ha podido producirse.

Además, es preciso tener en cuenta que, á tales profundidades, las vibraciones producidas por el golpe se transmitieron por una masa homogénea (granito y pizarras cristalinas) sumamente favorable para su propagacion (velocidad en el granito : de 2 á 3 kilómetros por segundo, 3,1 kilómetro segun FOUQUÉ).

Naturalmente esa velocidad disminuyó mucho cuando la onda corría todas las formaciones compuestas de rocas diferentes.

El rumbo, así como la inclinacion de las capas, y sobre todo la naturaleza de las capas debieron influir considerablemente tanto en la propagacion como en la intensidad y en la velocidad de la ondulacion. Siendo en nuestra region el rumbo general de los estratos de Norte á Sud, la transmision debía efectuarse más fácilmente, segun la teoría, en esa direccion, que es la vertical. Por otra parte, agrega aquélla, la intensidad de un choque contra una grieta, disminuye con mayor rapidez en la direccion de ésta que en la de la normal á sus paredes (causa de la mayor intensidad hácia el Este ?).

Tambien la inclinacion de las grietas, dicen los seismólogos, influye sobre la intensidad. Si las grietas se inclinan hácia el poniente, como es probable en San Juan y parte de La Rioja, todas las masas de rocas situadas encima de ellas serían, pues, más sacudidas que las de abajo. Pero en nuestro terremoto, no se trata de una, sinó de muchísimas grietas.

Mucho se ha hablado del aplastamiento que las ondas habían sufrido en la inmensa mole de las Cordilleras. En efecto, la teoría afirma que las curvas ondulatorias, cuando encuentran un obstáculo (el macizo de los Andes, en este caso) se aplastan aumentando al mismo tiempo en fuerza. Como hemos dicho más arriba, es probable que haya tenido lugar. No obstante, como nos movemos aquí en un terreno meramente teórico, sin ninguna base científica sólida, debemos abstenernos de entrar en semejantes consideraciones, tanto más, cuanto que faltan en absoluto, los elementos necesarios para un cálculo aproximado, por ejemplo, la determinacion de la intensidad y velocidad de la onda, etc.

Del mismo modo que carecemos de datos suficientes y seguros, respecto á la direccion del movimiento para poder determinar el epicentro, tampoco existen *determinaciones del tiempo* en que se produjo el terremoto en los diferentes puntos, factor indispensable para un cálculo de este género. Esas determinaciones no existen absolutamente en las regiones poco pobladas del Norte, y las verificadas en los pueblos grandes de las provincias sacudidas son de todo punto inadmisibles, como ya lo ha demostrado el doctor Latzina, con los tiempos indicados para Mendoza, San Juan y La Rioja.

Quedan solamente dos, más ó menos exactas : *las realizadas en Córdoba* y en *Buenos Aires*. Segun ellas el terremoto empezó en la primera (doctor THOME) á las 4^h31^m, y en la segunda ciudad (doctor ATANASIO QUIROGA) á las 5^h3^m. *En Santiago de Chile* se produjo (segun el Observatorio) á las 5^h8^m, más exactamente, á las $4^h7^m45^s$. Todos estos valores, como los siguientes, están expresados en cifras redondas.

Por consiguiente, el reloj marcaba en Buenos Aires las 4^h54^m, y en Santiago á las 4^h5^m, cuando la ondulacion llegó á Córdoba.

Así la onda recorrió la distancia directa entre Córdoba y Buenos Aires, cerca de 650 kilómetros, en 9 minutos, lo que arroja como *velocidad de propagacion 1,2 kilómetros por segundo.*

A Santiago de Chile, la onda llegó 3 minutos más tarde que á Córdoba.

Procediendo el movimiento de muy lejos, hácia el norte, podemos tomar para los efectos de nuestro cálculo, como distancia entre ambas ciudades la diferencia de sus latitudes (¹) de 220 kilómetros aproximadamente, lo que da para la velocidad, por segundo, un valor de 1,3 kilómetros. Sin embargo

---

(¹) Bajo este punto de visto, el valor de la velocidad de propagacion para la distancia Córdoba-Buenos Aires, sería menor de 1,2 kilómetros, no alcanzando 1 kilómetro (en terreno pampeano).

este cálculo no tiene, por ciertas razones, mucho valor.

El torremoto *duró* entre 1 á 2 minutos en las provincias de San Juan y La Rioja.

Al terremoto de 27 de Octubre han seguido numerosos sacudimientos locales en las provincias de San Juan y La Rioja, y es seguro que estos continuarán en adelante, porque si bien el desequilibrio terrestre está, en general, compensado por el primer terremoto, al otro lado se ha producido indudablemente, por el fuerte sacudimiento alteraciones en la tectónica que puede originar nuevos remezones.

Además, como ya lo hemos dejado expuesto, en virtud del sacudimiento, considerables masas eruptivas pueden haber ascendido en las grietas, donde solidificándose pueden producir numerosos procedimientos mecánicos, físicos y químicos, los cuales serían causa de nuevos sacudimientos. Aún más importantes alteraciones tectónicas pueden resultar en adelante del cambio experimentado por el curso de las aguas subterráneas despues del terremoto y sus múltiples consecuencias (disolucion de materiales, formacion de huecos, cavernas, etc.). La desaparicion de algunas fuentes, observadas despues del fenómeno, atrae las reflexiones en ese órden de ideas.

Hemos referido ya cómo la geología tectónica y petrográfica (caliza) de la provincia de San Juan nos demuestra que existe allí un excelente foco de sacudimientos, siendo, por lo tanto, muy posible la repeticion de los remezones.

Pero, San Juan no necesita de esta profecía, porque desde hace varios decenios, está experimentando sacudidas anualmente. Algunos ancianos me han contado que hace cerca de cincuenta años, se produjo un terremoto de la misma fuerza que el de Octubre, para no hablar del de Mendoza que tambien hízose sentir en San Juan, con gran intensidad. Pero no es necesario asustarse ante tal perspectiva, ni ponerse á discutir sobre la conveniencia de trasladar la ciudad á otro sitio. ¿Han pensado alguna vez los chilenos, que conocen terremotos más violentos y más frecuentes que los nuestros, en buscar puntos más seguros para sus ciudades? ¿Adónde se marcharía entónces Chile? ¿Puede alguien afirmar con conviccion ilustrada que hácia el poniente de San Juan, el suelo, por ser más duro (rodados), ofrece más seguridad, más amparo, que el terreno sobre que la ciudad está edificada actualmente? Es cierto que los efectos del terremoto manifiestan que la destruccion ha sido menor allí, donde el suelo era más firme (rodados, tosca, etc.). Pero ¿el terremoto siguiente será exactamente igual al anterior?

Trasladando la ciudad hácia el poniente, se la retira de una grieta para acercarla á otra; y sería tan posible que un nuevo sacudimiento la dejase en salvo, como que actuara directamente contra ella. Segun mi opinion, no existe en toda la provincia un sitio libre de grietas, adecuado para la nueva ciudad.

Para ampararse contra estos fenómenos de la naturaleza no hay otro medio que el de edificar convenientemente las habitaciones. Comisiones de ingenieros hánse ocupado de esta importante cuestion, emitiendo ideas en parte muy buenas y en parte muy poco prácticas.

Para resolverla, débese contar en primera línea con los materiales de construccion que ofrece la region, averiguando el más barato, especialmente para los departamentos del Norte. Hasta hoy, se han construido las casas, la mayor parte de ellas, con adobes que continuarán de seguro empleándose. Y, sin duda, este material edificado sobre buenos cimientos y con esmerada mano de obra, podría servir contra los terremotos.

Maderas no existen en aquella region ó son muy caras (maderas de álamo). La caliza abunda mucho, pero ¿con qué quemarla? Los pobres, que constituyen la mayoría de los habitantes, no pueden contar con estos elementos para sus viviendas.

Lo que podrían hacer las comisiones ó los gobiernos, es prohibir las construcciones evidentemente peligrosas (las cornizas tal como se hacen hoy, por ejemplo), y procurar que las gentes aprendan á elegir, preparar y disponer los materiales en la construccion, teniendo presente los escasos recursos de la mayoría.

Con este objeto, deberíanse nombrar ingenieros que estudien la cuestion en los departamentos mismos y no desde el escritorio, y enseñar gratuitamente á las poblaciones tales cosas.

Y los fondos acordados por el Gobierno de la Nacion á aquellas desgraciadas provincias, serían mejor empleados en obras públicas, sobre todo en las de irrigacion, indispensables para su bienestar y prosperidad. Con ello, la mayor parte de los perjudicados vendrían á poseer directa é indirectamente los medios de vivir y de pagar los intereses y la amortizacion de los préstamos que han necesitado hacer para construir sus viviendas.

La poblacion entera, tan sumamente pobre de aquellos estados, y el país en general, habrían dado un paso en el camino del progreso.

Resumiendo los resultados obtenidos respecto á las causas y á los efectos del terremoto, podemos concluir :

El foco del terremoto no se encuentra ni en la provincia de San Juan, ni en de la de La Rioja, sinó al Norte de éstas, al Norte del paralelo 27°, en una region volcànica poco conocida.

El terremoto comenzó probablemente con un choque contra la costra sólida del globo, producido à enorme profundidad, el cual obró en primera línea sobre las grietas que en gran número cruzan con rumbo Norte-Sud el suelo de aquellas provincias, formando las líneas de menor resistencia.

Correspondiendo à esta circunstancia, sus mayores efectos se encuentran en la zona (N.-S.) ya hundidas *en épocas anteriores (depresiones, valles) y alcanzan el màximum en la zona limítrofe de la Cordillera principal, disminuyendo hàcia el Este, en las zonas màs ó menos paralelas.*

Los efectos crecen en las regiones australes y màs bajas y planas de estas zonas, debido à la accion del agua subterrànea, la que salió à la superficie de las rajaduras formadas à consecuencia de haberse sentado los terrenos diluviales y aluviales, por la fuerza del sacudimiento.

El terremoto de Octubre ha sido un terremoto tectónico, pudiendo consideràrsele como continuacion de procedimientos semejantes desarrollados en épocas anteriores.

CONTENIDO DE LA PRESENTE ENTREGA

PARTE CIENTÍFICA

Páginas

Oscar Doering. — Observaciones magnéticas ejecutadas de 1884 á 1885 en la República Argentina y el Paraguay, con un magnetómetro de desviación.................................. 117

Guillermo Bodenbender. — El terremoto argentino del 27 de Octubre de 1894.. 293

BOLETIN

DE LA

ACADEMIA NACIONAL DE CIENCIAS

EN

CÓRDOBA

(República Argentina)

[illegible] — Tomo XIV
Entregas 3ª y 4ª

BUENOS AIRES
IMPRENTA DE PABLO E. CONI É HIJOS, ESPECIAL PARA OBRAS
680 — CALLE PERÚ — 680
1896

ACADEMIA NACIONAL DE CIENCIAS

DE LA

REPÚBLICA ARGENTINA (EN CÓRDOBA)

PROTECTOR

S. E. el Presidente de la República, Dr. D. JOSÉ E. URIBURU

PRESIDENTE HONORARIO

S. E. el Ministro de Justicia, Culto é Instruccion Pública, Dr. A. BERMEJO

COMISION DIRECTIVA

PRESIDENTE

Dr. D. Oscar Doering

DIRECTORES

Dr. D. Adolfo Doering.
Dr. D. Federico Kurtz.
Dr. D. Arturo de Seelstrang.
Dr. Pablo Cottenot.
Dr. D. G. Bodenbender

SECRETARIOS

Interno y de actas: **Ing. D. F. Alvarez Sarmiento.**
De correspondencia extrangera: **Dr. D. Federico Kurtz,** bibliotecario.

COMISION REDACTORA DEL BOLETIN Y ACTAS

Dres. Oscar Doering, Adolfo Doering, Arturo de Seelstrang.

COMISION DE BIBLIOTECA

Dres Oscar Doering, Federico Kurtz, Guillermo Bodenbender.

MATERIALES PARA EL ESTUDIO

DE LAS

LENGUAS DEL GRUPO KAINGANGUE

(ALTO PARANÁ)

Por JUAN B. AMBROSETTI

Después de publicado mi trabajo y vocabulario de los indios Kaingangues de San Pedro, Misiones (1), que no son más que una fracción de la gran nación del mismo nombre, cuyas tribus se hallan esparcidas por el territorio del Estado del Paraná (Brasil), en donde se conocen bajo el nombre de *Coroados,* he creído conveniente la publicación de otros vocabularios recogidos en el alto Paraná, de otros indios, que, según ellos, llámanse *Ingain*, pero que, para mí, no son sino pertenecientes á la misma nación *Kaingangue.*

Estos indios, como los Kaingangues, son conocidos por la población blanca y por los demás indios bajo el nombre genérico de *Tupís.*

---

(1) *Revista del Jardín Zoológico de Buenos Aires*, tomo, II, entregas 10, 11 y 12.

No hay que confundir esta palabra Tupí con la nación del mismo nombre de origen Guaraní, que se halla esparcida con tanta profusión en todo el territorio de la República del Brasil.

La palabra *Tupí*, desde tiempo inmemorial, parece haber sido aplicada por los guaraníes á todas las tribus enemigas, y, por herencia, la población blanca actual la ha adoptado para designar con ella á todos los indios bravos, de carácter belicoso y sobre todo sanguinarios ó temibles.

Por estas razones es que en el Alto Paraná se tropieza siempre con la palabra Tupí con un sentido tan lato; y, cuando se oye, hay forzosamente que referirla á tribus que no hablan el guaraní.

En las márgenes del arroyo *Tembey*, sobre el alto Paraná, vivía en otro tiempo una tribu que hoy ha desaparecido totalmente; mi amigo D. Pedro Anzoátegui conoció varios viejos, hace algunos años, y de su lengua sólo recordaba dos palabras que son:

Túpí : Puma ó león americano *(Felis concolor)*,
y *Sepi* : Carpincho *(Hydrochoerus capybara)*.

Esta palabra *Tupí*, no dejó de llamarme la atención aplicada á un felino, que en Misiones alcanza dimensiones mayores que su idéntico de nuestras Pampas, y que, á pesar de no ser tan temible como el tigre, no por eso deja de ser bravo en algunas ocasiones.

Este dato, recogido al acaso, parece venir en apoyo de mi aserción anterior.

Las tribus que hablan el idioma de los vocabularios que hoy publico se hallan ubicadas en la región del Alto Paraná comprendida entre el arroyo Iuitorocay y el Salto del Guayra, en ambas orillas del rio, empezando su límite sur á unos cincuenta kilómetros ó diez leguas al Norte del puerto de Tacurú-Pucú, que lo es de los yerbales paraguayos del mismo nombre.

La mayor parte viven en pequeñas tolderías esparcidas en todo ese territorio y se hallan contínuamente en guerra con las tribus guaraníes vecinas, sobre todo con las que moran á orillas del arroyo *Itaimbé-guazú*, que puede considerarse como su verdadero límite norte, pues si se corren hasta el Guayra sólo es impelidos por sus necesidades.

El foco principal de estas tribus puede considerarse el Iuitorocay y sus inmediaciones.

Como en este último punto existen importantes yerbales que pertenecen á la jurisdicción de Tacurú-Pucú, los Ingain han tenido ocasiones múltiples de hallarse en contacto con la población blanca yerbatera, la que ha conseguido la incorporación de muchos de estos indios que hoy hallamos entre ella, trabajando en calidad de peones.

Por una parte, el deseo de mejorar de posición y de adquirir objetos y armas de uso entre los blancos, y por otra, las continuas matanzas que los Cainguá y otras tribus guaraníes han hecho de ellos, según me ha referido la mujer María Antonia, que me sirvió para tomar uno de los vocabularios, son las causas principales que los han decidido á compartir, con los yerbateros, la relativa civilizacion en que viven.

Estos indios han sido llamados *Tains* por algunos otros autores; pero creo que deben haber oido mal.

Muchos deseos he tenido de llegar al Iuitorocay, á fin de visitarlos personalmente, pero, á pesar de mis tres viajes al territorio de Misiones, me ha sido imposible; mil motivos de orden diverso, entre ellos la demora que me ha causado el estudio de los Cainguá y Kaingangues, y sobre todo el tiempo que me han ocupado las excavaciones de los cementerios prehistóricos del Alto Paraná, me lo han impedido.

Quizás un cuarto viaje me lo permita; pero en Misiones hay tanto que ver y estudiar, que es imposible, para una sola persona, el poder dedicarse á todo.

Cualquier estudio requiere mucho tiempo y sobre todo mucho tino, puesto qûe, á lo mejor, por querer abarcar mucho se procede á observar con ligereza y sin comprobación, lo que da por resultado el caer frecuentemente en errores deplorables, confundiendo una cosa con otra, lo que ha sucedido ya á muchos, tanto más en aquel territorio que puede compararse á un gran saco en donde se han embolsado tribus diversas, que ocupan espacios reducidos y luchando incesantemente entre sí.

Y como toda región fronteriza, en donde se tocan, puede decirse, las dos naturalezas paraguaya y brasilera, ha sido invadida por naciones de indios de índole y raza distintas que, ya perseguidas por otras ó por la necesidad, han salido de la selva virgen ó de los pantanos y esteros, siendo detenidas en su marcha por los grandes ríos Paraná y Uruguay, cuyas aguas impetuosas dominaban otras naciones en sus canoas prehistóricas, viviendo de la abundante pesca que ellas les proporcionaban.

Y así arrinconadas, fatalmente sujetas á la lucha por la vida, destruyéndose entre ellas, han sufrido superposiciones y desapariciones continuas, que han dado, por resultado, los restos que hoy encontramos diseminados ; los que, con trabajo y paciencia, pueden proporcionarnos todavía materiales preciosos para el estudio de las lenguas y etnografía americanas.

Por estas razones y sobre todo por la urgencia que me han manifestado varias personas interesadas en estos estudios es que me apresuro á publicar los vocabularios obtenidos, junto con algunas notas que me han sugerido al transcribirlas de mi libreta de viaje.

Para mayor claridad los publico simultáneamente en las mismas páginas: así podrán compararse mejor.

El primero lo obtuve de un peoncito del señor Pedro Indart, en 1893, con quien me fué bastante difícil entenderme, porque poco comprendía el español y tenía que valerme del guaraní como intermediario; en esta operación mucho me ayudó mi amigo el señor Sandalio Rodriguez, que me acompañaba en esta excursión á los campos de *Tatinyupí*, un poco al norte de Tacurú-Pucú.

El peoncito se llamaba Pedro, y, bajo este nombre, va su vocabulario.

El segundo lo debo á otro peon del señor Rodríguez, llamado Cosme Román, indio de raza pura, que dicho señor me prestó como remador, en un viaje que necesité hacer en canoa por el alto Paraná, y á quien aproveché entre un golpe de remo y otro, para extractar el vocabulario.

Este tampoco conocía el español y naturalmente también el guaraní fué nuestro intermediario.

El tercer vocabulario, el más largo de todos, lo debo á una mujer, María Antonia, que hoy vive casada con un brasilero, cerca de la casa del señor R. González frente á *Tatínyupí*.

Con ésta me entendí mejor, y durante dos largas horas nos ocupamos del vocabulario, que, si no es mas completo, se debe al poco tiempo de que dispuse, pues el mismo día que llegamos abandonamos ese punto.

Ella me contó las luchas que habían sostenido con los Cainguá que, en mayor número siempre, habían concluido con muchos de sus compatriotas.

Estos datos pueden servir muy bien á los que se dedican á emprender estudios por esas regiones, los que es de desear traten de completar, en lo posible, los datos presentes.

Un pequeño vocabulario, el cuarto, lo debo á mi buen amigo el valiente explorador de las Altas Misiones, señor Adam Luchessi, quien lo tomó en las tolderías, cerca del Iuitorocay, de vuelta de una excursión á la sierra de Maracayú.

Como se verá por el examen de los vocabularios, ellos, en muchas palabras, difieren entre sí, teniendo en cambio otras comunes á todos, lo que me hace suponer que se trata de individuos de la misma nación pero de diferentes tribus.

Con el idioma Kaingangue también hállanse palabras que tienen mucha analogía y otras son las mismas y por esto es que creo que los indios que me ocupan ahora pertenezcan al mismo grupo étnico, tanto más cuanto que sus facciones son muy parecidas, por no decir iguales.

De cualquier modo, los filólogos algo nos dirán al respecto; nuestra misión de viajeros sólo es por ahora, traer el material que nuestros viajes nos proporcionan, á fin de entregarlo á los especialistas, quienes sabrán sacar el mejor partido posible del fruto de nuestros esfuerzos y penurias en medio de la selva virgen.

CLAVE

K. = Kaingángue.
Y. = Ingain ó sea el idioma de estos vocabularios.
P. = Voces del vocabulario de Pedro.
MA. = » » María Antonia.
R. = » » Cosme Román.
L. = » » Luchessi.

Observación importante. — No hay que olvidar que todos estos indios, á pesar de pertenecer á la misma nación, son de diversas tribus; de modo que es interesante el observar las modificaciones que sufren las palabras de uno á otro, notándose en la pronunciación de M. A. mucha menos energía, tal cual conviene á su sexo.

Todos estos indios hablan en voz más bien baja, lo que hace dificil el entenderlos desde el principio, tanto más que son muy rápidos en las respuestas, de manera que hay que tener mucho cuidado y aguzar la atención á fin de asegurarse de lo que quieren decir.

VOCABULARIOS DEL IDIOMA INGAIN (?)

NOMBRES DE ANIMALES

Mamíferos

Español	Pedro	María Antonia	Cosme Roman	Según Luchessi
Monito-caí (*Cebus fatuellus*) (¹)	**Ñara**	**Ñere**	—	—
Carayá (*Mycetes Carayá*) (²).	**Gó**	**Gó**	—	—
Tigre (*Felis Onça*) (³)	**Kuchí**	**Chichi**	**Kuchi**	—
Tigre negro (*Felis yaguatirica*)	—	**Chibré**	**Kuchíkudau**	—
Yaguatirica (*Felis pardalis*)..	**Kuchi chin dá**	**Chi mi chi hó**	—	—
Puma (*Felis concolor*).......	**Kuchi chau**	**Chi chau**	—	—
Coatí (*Nasua socialis*) (⁴)....	**Ché**	**Ché**	—	—
Perro (*Canis familiaris*).....	**Boá**	**Bá**	**Bambí**	**Mbá**

(1) Son curiosas las analogías con el Kaingangue, pues *Ñara* es modificación de *Ñere* y esto del K. *Kañere*.

(2) Igual cosa sucede con esto K. *Gonge* = *Gó.*, que no es sino una abreviatura.

(3) En los tres la voz *Kuchí* para significar el tigre es idéntica, pues, *Chichi* es = á *Kuchi*; esta expresión es curiosa pues parece significar el silencio y la cautela del tigre cuando marcha.

(4) Esta voz es igual á la del Kaingangue *She* = *Ché*.

Español	Pedro	María Antonia	Cosme Román	Según Luchessi
Paca *(Cœlogenis paca)*......	Chau	Che	—	—
Agutí *(Dasyprocta acuti?)* [1].	Chaun	Chean	—	—
Carpincho *(Hidrochœrus capybara)* [2]........... ...	Kara uán	Chan	—	—
Ratón *(Hesperomys* sp.*)*.....	Ian	Ian		—
Ratoncillo (idem)...........	—	Ian gen	—	—
Oso hormiguero *(Myrmecophaga jubata)*...........	Kangún	Kingón	—	—
Oso hormiguero menor *(Myrmecophaga tetradactyla)*..	Kló	Kingón chí	—	—
Irara *(Procyon cancrivorus)*..	Rinlá	Inlá	—	—
Tatú *(Dasypus* sp.*)*..........	—	Lan	—	—
Caballo *(Equus caballus)*....	Krin kian	—	—	—
Anta, Tapir [3] *(Tapirus americanus)*................	Kumbé húi	Güi	—	Kupí

---

[1] *Chaun* = *chean* quizás esta última forma es debida á la pronunciación menos enérgica de la mujer.

[2] *Caranan*, P.; *Chan*, M. A. Interesante es esta serie de *Ché*, *Chean* y *Chan* para designar los tres roedores Paca, Agutí y Carpincho.

[3] *Kumbé hui* = *Güí*. — *Kembé* en K. quiere decir venado.—*Güi* honomatopeya del silbido del Tapiro.

Español	Pedro	María Antonia	Cosme Román	Según Luchesi
Tateto (*Dicotyles torquatus*) .	**Che kran**	**Chikrén**	—	—
Chanchojabalí (*Dicotyles labiatus*) [1].	**Kereón**	**Kré**		**Krín**
Venado (*Cervus campestris*) [2]	**Boecháu**	**Güi chá**	—	—

Aves

Español	Pedro	María Antonia	Cosme Román	Según Luchesi
Loro del maíz (*Conurus?*). . . .	**Klambei**	**Arar**	—	—
Loro chico (?) [3].	**Kará**	**Iei**	—	—
Arara (*Ara* sp.).	**Kluá**	**Klán**	—	—
Loro hablador (*Crisotis* sp.) . .	**Aran**	—	—	—
Tucano (*Ramphastos*) [4].	—	**Ngráu**	—	
Carpintero (*Dendrocolaptes?*).	—	**Pelaú**		—

---

[1] *Kereon* = *Kre* = *Krin* = *Krun* K.

[2] *Boecháu* = *Güichá*.

[3] Llama la atención el K. *Ku-iói* y el Y. forma M. A. *iéi* que quizás siendo forma femenina fuera: *Ka-iéi* por *Kará* ♂.

[4] Tucano: véase *Gròn* K. y *Ngráu* Y. M. A.

Español	Pedro	María Antonia	Cosme Román	Según Luchessi
Carpintero chico (sp.)........	—	**Pelaún gangu**	—	—
Yacutinga (*Penelope brasiliensis*)..................	**A**	**A**	—	—
Yacú Caraguatá (*P. canicollis*)	**Achau**	**Kulá**	—	
Urú (*Cripturus*) (¹)	—	**Eán**	—	—
Inambú (*Cripturus*).........	—	**Klé**	—	—
Gallina (*Gallus domesticus*)..	—	**Ein**	—	—
Gallo......................	—	**Eán ió**	—	—
Pollo.................. ..	—	**Nengran**		—
Huevo.....................	—	**Nengran durú**	—	—
Tuyuyú (*Ciconia maguarí*)...	—	**Ein dó**	—	—
Pato (*Anas* sp.).............	—	**Mbai**	—	—

(¹) *Eán* quizás sea *Urú* ♂, porque gallo es *Eán ió*. Como estos indios no conocían al gallo le aplicaron el nombre del animal más parecido y la forma femenina de *Ean* debe ser *Ein* porque la gallina es llamada así : pero es bueno no olvidarse que el Tujuyú es *Ein dó*.

Reptiles y Peces

Español	Pedro	Maria Antonia	Cosme Román	Segun Luchessi
Vívora (*Bothrops* sp.)	—	**Ndúj**	—	—
Sapo (*Bufo* sp.) (¹)..........	—	**Pon**	—	—
Pescado (*s. l.*)...............	**Deadjá**	**Dedjé**	—	**Pirá** (²)
Dorado (*Salminus* sp.)..... ..	**Latchau**	**Elacháun**	—	—
Boga (*Leporinus obtusidens*).	—	**Iaú**	—	—
Mangurullá (*Pimelodus mangurus*)	**Irum**	**Ndebrén**	—	—

Invertebrados

Abejera....................	—	—	—	**Vorá**
Abejas de miel :	—	—	—	—
Cagafogo (*Trigona* sp.)	**Mangredjá**	**Klaú**	—	—

(¹) Esta palabra *Pón* no tendrá algo que ver con el *Pepó* (sapo; guaraní, usado también por los K.?

(²) *Pirá* es guaraní adoptado por estos indios; como los K. también la adoptaron.

Español	Pedro	María Antonia	Cosme Román	Segun Lucchesi
Yetey (*Trigona dorsalis*)..	**Chumá**	**Chumá**	—	—
Mandasaya (*Melipona*).....	Koré	—	—	—
Mirin (*Trigona*) (1)........	Chuma chú	Chumanjú	—	—
Tubuna (*Trigona*).........	Tono	—	—	—
Guaraipo (*Melipona*)......	Mié	Guá	—	—
Mumbuca (*Trigona 4punctata*) (2)...............	Miñau	Kuré	—	—
Manduri (*Melipona*) (3)....	Prá	Lauj	—	—
Iratí (4)....................	Dja	Illá	—	—
Irapoá (5)..................	Ché	Chié	—	—
Hormiga de corrección.......	—	Eiê	—	—

---

(1) En K. también *mirin* es *Chú*, y hay mucha analogía, sobre todo la raíz es la misma; además, *Chumachú* puede ser compuesto de *Chuma* = *yetey* y *Chú* ó *jú* quizás negro, pues son del mismo tamaño más ó menos, y de distinto color: el *yetey* es rubio. En la forma de M.A. vemos la *n* copulativa.

(2) Aquí debe de haber una equivocación, pues en la forma de P. *Koré* es mandasaya, y en la de M.A. *Kuré* es mumbuca.

(3) K. *Prá*.

(4) K. *Djoj*: forma P. *Djá* = M.A. *Illá*; quizás sea esta última una degeneración de la primera.

(5) K. *Kùshé* = P. *ché* = M.A. *chié*.

Español	Pedro	María Antonia	Cosme Román	Según Luchessi
Gegen (¹)	—	**Ka**	—	—
Mosquito (*Culex*)	—	**Pedú**	—	—
Mosca	—	**Kera**	—	—
Ura (*Dermatobia* sp.)	—	**Miau**	—	—
Tambú (*Calandra palmarum*).	—	**Djungá**	—	—
Gorgojo	—	**Kundangá**	—	—
Mariposa (*s. l.*)	—	**Bá**	—	—
Cucaracha (*Blatta* sp.)	—	**Umbá**	—	—
Garrapata grande (*Ixodes*)	—	**Deré**	—	—
» chica	—	**Deretí**	—	—
Pulga (*Pulex irritans*)	—	**Embré**	—	—
Pique (» *penetrans*)	—	**E**	—	—
Piojo (*Pediculus* sp.) (²)	—	**Nga**	—	—
Araña (*s. l.*)	—	**Kirú**		—

(¹) K. *Ka* = M.A. *Ka*.
(²) K. *Inga* = M.A. *Nga*.

PARTES DEL CUERPO HUMANO

Cabeza

Español	Pedro	María Antonia	Cosme Roman	Según Luchessi
Cabeza [1]	—	Aut krein	—	—
Cerebro	—	Kuieú	—	—
Cabello [2]	Ankán	Ngain	—	Kain
Ojos	Ampán	Kendadjó	Acpuedá	Gundón
Niña del ojo	—	Daiá	—	—
Cejas	Amirigré	Itkré	—	—
Párpados	Apundá	Ndá loró	—	—
Pestañas	—	Ndei kuí	—	—
Cara	—	Kendá	—	—
Nariz [3]	Anedjá	Neiá	—	Amiñá
Barba (*mentón*)	—	Miet krará	—	—
Pelo de barba	Djukui	Djukraré	Djukri	Djungüí

---

[1] K. *Krin.*

[2] K. *Naing* = M.A. *Ngain* = L. *Kain.*

[3] K. *Niñe* = M.A. *ñeia* = L. *Amiña.*

Español	Pedro	María Antonia	Cosme Román	Según Luchessi
Frente	Amitkuau	Akuka	—	—
Carrillos (*pómulos*)	Amitkreré	—	—	—
Orejas (1)	Aningran	Amengrá	—	—
Boca	Amitau	Nietkau	—	Amignú
Labios	Amitke	Mitku	Giki	—
Dientes	Amiau	Amniau	—	—
Lengua	Agnupá	Amundá	—	—
Cuerno (2)	—	Nekán	—	—
Pescuezo	—	Amduí	—	—
		Cuerpo		
Espinazo	—	Ambruiú	—	—
Piel, cuero	—	Ambloró ; loró	—	—
Pecho	—	Amblé	—	—
Mamas (3)	—	Nundjá	—	—

---

(1) K. *Ñingren.*

(2) K. *Nika* = M.A. *Necán.*

(3) K. *Nondje* = M.A. *Nundjá.*

Español	Pedro	María Antonia	Cosme Roman	Según Luchessi
Ombligo (¹)	—	Amnundem	—	—
Vientre	—	Amblau	—	—
Cintura, caderas	—	Apkré	—	—
Nalgas	—	Amgó	—	—
Genital femenino	Anangré	—	—	—
» masculino	Tadjá	—	—	—

Extremidades

Español	Pedro	María Antonia	Cosme Roman	Según Luchessi
Hombro	—	Mbó	—	—
Brazo	Inguá	Ammá	—	—
Antebrazo	—	Nundur	—	—
Mano	Amenguau	Ammenguá	—	Amencorí
Codo	—	Amendur	—	—
Dedos	Amenguau djudjú	Amengó djuir	—	—
Uña	Amangaibrá	Nengamurei	—	—
Palma de la mano	—	Amenkaiuiú	—	—

(¹) K. *Ñundung*.

Español	Pedro	Maria Antonia	Cosme Román	Según Luchessi
Alas	—	Làrá	—	—
Plumas	—	Kekí	—	—
Piernas	—	Ambar	Pré	—
Rodillas (¹)	Amit krin	Amiekré	—	—
Pie	Ambán	Anguá	Inguaton	Unguar
Talón	—	Anguá náná	—	—
Dedos del pie	—	Anguá neruiú	—	—
Cola (²)	—	Buí	—	—
Hueso (³)	—	Apuká	—	—
Escama de pescado	—	Kiuí	—	—

Órganos internos, accesorios y productos del cuerpo

Español	Pedro	Maria Antonia	Cosme Román	Según Luchessi
Corazón	Amblé	—	—	—
Panza; estomago	—	Tal lóro	—	—
Tripas	—	Ambláu	—	—

(¹) K. *Fa krin.*
(²) K. *By.*
(³) K. *Kuka* = M.A. *Apuka.*

Español	Pedro	Maria Antonia	Cosme Román	Segun Luchessi
Riñones	—	Anucuá	—	—
Hígado	—	Tampan	—	—
Hiel	—	Doie ié	—	—
Sangre	—	Guai	—	—
Menstruos	—	Guai dján	—	—
Orines	—	Ishí	—	—
Escrementos	—	Vil lá	—	—
Grasa	—	Kingrá	—	—
Miel (1)	—	Má	—	—
Carne	Ndeiné	Nduiné	—	—
Alma	—	Ñire	—	—

PARENTESCOS, ETC.

Hombre	Chiconá-Ia	Iai	Io	—
Mujer	—	Amná-kullá?	Ñá	Kunad'má
Marido	—	Deindeá	—	—

---

(1) K. *Mang* = M.A. *má*.

Español	Pedro	Maria Antonia	Cosme Roman	Segun Lachessi
Esposa	—	Nambámo	Nambé	—
Padre (1)	Iong	Io	Inyong	—
Madre (2)	Ñá	Nié	—	—
Hijo ♂ (3)	Ikrá	Leton	—	Leton
Hija ♀	Leton	Leton	Inankó	—
Tio ♂	—	Kau	—	—
Tia ♀ (4)	—	Uá	—	—
Hermano ♂	Enri	Enié	—	—
Hermana ♀	Engúi	—	—	—
Moza ♀	Nankauré	—	—	—
Viejo (5)	—	Kula	Pulá	—
Niño ♂	—	Djá	—	—
Niña ♀	—	Amná	—	—
Indio	—	—	Ingain	—
Indio Cainguá	—	Nuklé	Nokluj	—

(1) K. *Yong.*
(2) K. *Ña.*
(3) K. *Kren* = P. *Ikrá.*
(4) K. *Mbá.*
(5) K. *Kofá.*

Español	Pedro	María Antonia	Cosme Román	Según Luchessi
Cacique	—	—	Polá	—
Tribu	—	—	Gorkelí	—
Enemigo	—	Areí	—	—
Gente	—	—	—	Guian
VEGETALES				
Arbol	—	Kangan	Kapó	—
Madera [1]	—	Ka	—	—
Bosque	—	Kucheré	Kuchen	—
Arbusto	—	Kemburú	—	—
Raíz de árbol	—	Kuban	—	—
Hoja	Kapran	Kupará	Kuprán	—
Pindó (*Cocus campestris*)	Ñumbó	Djumbraú	Djú	Djú
Fruto de pindó	—	Djinguendá	—	—
Cogollo de pindó	—	Djumbrau	—	—
Corteza de Guaimbé (*Philodendron*)	—	Brabrá	—	Umbrá

---

[1] En K. es árbol, madera de árbol, bosque, garrote, etc., quizás sea una corrupción del *ca* y *câá* guaraní.

Español	Pedro	Maria Antonia	Cosme Roman	Segun Luchessi
Caraguatá (*Bromelia longifolia*) [1]	—	Reá	—	—
Fruto de idem	—	Rentá	—	—
Yerba (*Ilex paraguayensis*) [2]	—	Moy	—	Kungoin
Poroto (*Phaseolus*)	Grau	Ché é	—	—
Zapallo [3]	—	Pejú	—	—
Zapallo Anday	—	Pejú chá	—	—
Mandioca [4]	Kumá	Kebá	—	—
Tacuaruzú [5]	—	Guán	Nguá	—
Tacuarembó	—	Iau	—	—
Guaviroba (*Campomanesia crenata*)	—	Kregá	Krigondá	—
Maria Preta	—	Grá	—	—
Yaracatiá, mamón (*Carica Papaya*)	—	Chaundá	—	—

---

[1] K. *Rain.*

[2] K. *Kungón.*

[3] K. *Peju.*

[4] K. del Tibagy es *Kumin.*

[5] K. *Úan.*

Español	Pedro	María Antonia	Cosme Román	Según Luchessi
Ortiga brava (*Urtica caracasana*)	—	Beré	—	—
Naranja	—	Kundá	Kumbé	—
Arroz	Goró	—	—	—
Batata	—	—	—	N'guití
		MAÍZ		
Maíz	Kundá	Kundá	Kundá	—
Grano de maíz	Kundá luné	Daugrai	—	—
Espiga »	—	Ndá bá	—	—
Marlo »	—	Krekuá	—	—
Chala »	—	Ket perá	—	—
Maíz brotando	—	Kroporóboda	—	—
Maíz verde	Nde dei	Kundá doyó	—	—
Maíz en flor	Nde lé	Kulé	—	—
Maíz granando	—	Nda buèrè buadé	—	—
Maíz listo para recoger	—	Nda kanete	—	—
Maíz duro	—	Kénoro	—	—
Maíz cateto	—	Tanguaó	—	—

Siembra

Español	Pedro	Maria Antonia	Cosme Román	Según Luchess
Hacha de fierro	—	**Kran**	**Kenean**	**Guman**
Hacha de piedra	—	**Kren**	**Kini**	—
Voltear monte	—	**Krangudá**	—	—
Carpir con machete	—	**La'ra**	**Kuchenguaré**	—
Machete	—	**Chá**	—	**Guiká**
Rozado (1)	**Guará**	**Cheguaré**	—	**Kintaunini**
Trabajar	—	**Chergueyé**	**Igno**	—
Azada	—	**Tangulanguiá**	—	—
Quemar	—	**Alau**	—	—
Capuera (2)	—	**Shen**	—	—
Saracuá (3)	—	**Kendarara**	—	—

(1) Rozado es el monte volteado y quemado. *listo* para sembrar.

(2) Es un rozado abandonado.

(3) Es un palo agudo que emplean para hacer agujeros en la tierra, para plantar la semilla; en K. llámase *Kandjá-'ran-'ra*.

Español	Pedro	Maria Antonia	Cosme Roman	Segun Luchessi
Paiol (¹)……………………	—	**Inkrokudurukentau**	—	—
Plantar …………………………	**Daneneba**	—	—	—

Cocina

Español	Pedro	Maria Antonia	Cosme Roman	Segun Luchessi
Fuego (²) ………………………	**Peín**	**Péin**	—	**Pén**
Brasa ó llama (³) …………	**Pingrá**	**Pingrá**	—	—
Leña (⁴) ………………………	—	**Pimpó**	—	**Pincoró**
Ceniza…………………………	—	**Maráu**	—	—
Hacer fuego………………	—	**Petkrén**	—	—
Buscar leña………………	—	**Pengüité**	—	—
Humo…………………………	**Puiteichó**	**Pinie**	**Ptiguan**	**Piná**
Vela de cera (⁵) …………	—	**Deie**	—	**Deie**
Quemar………………………	—	**Alau**	—	—

(¹) Es un rancho que se hace en los rozados para depositar la cosecha.

(²) K. *Pin.*

(³) K. *Pingrú.*

(⁴) K. *Pi.*

(⁵) K. *Deiù.*

Español	Pedro	María Antonia	Cosme Roman	Segun Luchessi
Desgranar maíz (1)	—	Kundangrai	—	—
Olla (2)	Kuná	Kunoá	—	—
Hervir	—	Laulócki	—	—
Mortero (3)	—	Bá	—	—
Mano de idem	—	Kré	—	—
Pisar maíz	—	Kendálune	—	—
Sarandear maíz	—	Bó	—	—
Tostar maíz (4)	—	Ñara	—	—
Espumar	—	Guitmeren	—	—
Calentar agua	—	Krandui	—	—
Platos	—	Ae	—	—
Canastos	—	Mará	—	—
» pequeños	—	Marankin	—	—
Asar	—	Ngei	—	—
Caldera	—	Krandungrá	—	—
Cocinar	—	Giangron;Guiengroná.	Chenderone	—

---

(1) K. *Ñergraiá.*

(2) K. *Kokron.*

(3) K. *Kre*: y mano de mortero *Krá.*

(4) En K. el maíz es *Ñer* ó *Ñara*, y aquí parece que así se llama el maíz tostado, lo que no deja de ser curioso.

Español	Pedro	Maria Antonia	Cosme Román	Según Luchessi
Carnear	—	Ndoirojámo	—	—
Criar animales	—	Gaiané	—	—
Canuto de traer agua (1)	—	Vuan kran amen	—	—
Chicha de miel	—	Uma	—	—
Bebida alcohólica	Manlá	Manglá	Manglá	—
ALIMENTOS				
Carne cruda	—	Grotohó	—	—
» cocida	—	Graun	—	—
Platos de maíz :				
Mazamorra	—	Lunilé	—	—
Chipá (2)	—	Amí	—	—
Mbai puig	—	Luuingró	—	—
Maíz asado	—	Daugró	—	—
Abati pororó	—	Dapaipaiké	—	—

---

(1) Esto quiere decir literalmente : tacuara, agua, traer.

(2) En K. *Emi*.

Español	Pedro	María Antonia	Cosme Román	Según Luchessi
Fariña de pindó	—	Luringuirí	—	—
Caraguatá asado	—	Rendengron	—	—
Grasa	—	Kingrá	—	—
Fariña	—	Kubatanderé	Lutenderí	—
Aceite de Tambú	—	Iunguedá	—	—
Pescado ahumado	—	Kekrekriniará	—	—
PESCA				
Bastidor para ahumar peces	—	Kukre	—	—
Canoa	Kaa	Ka	Keruyú, Ká	—
Anzuelo	Meniñae	Mrié	Miringué	—
Línea de pescar [1]	Ualé	Reilé	Dolé	—
Lugar de mucha pesca	—	Datdayé	—	—
Zambullir	—	Hutke	—	—
Remo	—	Tan	Itán	—
Vapor	—	—	Kambre	—

---

[1] En K. *Uafé.*

Español	Pedro	María Antonia	Cosme Roman	Según Luchessi
Remar	—	—	Tiná	—
Pescar	—	—	Daitokoaic	—

CAZA

Español	Pedro	María Antonia	Cosme Roman	Según Luchessi
Arco (¹)	Agüi	Agüi	Agüi	Agüi
Flecha (²)	Ndó	Ndú	Ndú	—
Arma de fuego	—	Ndó	—	Dún
Garrote (³)	—	Ka	Gudjá	—
Cuchillo (⁴)	—	Chá	Kichá	—
Ladrar	—	Bambauokte	—	—
Acuar, seguir la pista	—	Deirangüonde	—	—
Corrida	—	Guilendá	—	—
Parar la pieza	—	Tanke	—	—
Carrero (*vereda ó senda de animales*)	—	Amen	Nien	—

---

(1) K. *Uí.*

(2) K. *Ndó.*

(3) K. *Ka; Kambrarei.*

(4) K. *Kife* : esta, lo mismo que las palabras *Cha* y *Kicha* no son sino modificaciones de la palabra *Kisé* guaraní.

Español	Pedro	María Antonia	Cosme Román	Según Luchessi
Rastro	—	Nengán	—	—
Herida	—	Dómnono	—	—
Tigre trepado (1)	—	Kinda	—	—
Tigre en el suelo (2)	—	Kuda	—	—
Tateto en la toca (3)	—	Krátono	—	—
Tateto en el suelo (4)	—	Tanke	—	—
Morir	—	—	Amna	—
Matar	Aandjimá	Ananá	Cherandiema	—
Vamos al monte	—	Kucheendengetún	—	—
Morder	—	Amiau	Itpiraimá	—
Patada	—	Buánume	—	—
Voy á cazar	Intuicheranchemá	Intointanramá	Arecmotomó	—
Vamos á campear bichos	—	Ajodaindanhamo	—	—
Lastimar	—	Atáke	—	—
Gritar	—	Haké	—	—

(1 á 4) En todas estas palabras falta el sustantivo del animal á que se refieren.

(3) En K. *Kra* es *toca* ó agujero de los árbolos ó del suelo donde se saben guarecer los Tatetos.

AGUA

Español	Pedro	Maria Antonia	Cosme Román	Según Luchessi
Agua	Kran	Kran	Kran	Karat
Lluvia	Ná	Dán	Ná	—
Llueve	Ná	Dademoná	Ná	—
No llueve	—	Dadatude	—	—
Llovizna Garúa	—	Danpauké	—	—
Rocío	—	Kuleré	—	—
Helada ([1])	—	Kuchá	—	—
Ahogar	—	Krannedá	—	—
Agua fea	—	Kranbebétonde	—	—
Buscar agua	—	Kranguiten	—	—
Beber agua	—	Kran kupreman	Kupreman kran	—

---

[1] En K. *Kushá* quiere decir frío lo mismo que en Y. Como se verá más adelante este *Kusha* = al Y. *Kucha*.

Meteorología

Español	Pedro	Maria Antonia	Cosme Roman	Segun Luchessi
Frío	Kucha	Kuche	Puchairí	—
Estar con frío	Kuchachinimuidé	Kuchembramma	—	—
Calor	Dau	Dau	Ndau	—
Estar con calor	Daumuidé	—	—	—
Granizo Helada	—	Kucha	Ilu	—
Trueno	—	Datángue	Tan	—
Relámpago	—	Darábréauke	Reb-Reb	—
Tormenta	Katén	Húten	Katan	—
Viento	—	Tuté	Tatén	—
Rayo	—	—	Preanó	—

Geografía

Suelo	Teun	Taun	Taun	—
Salto de agua	—	Chán	—	—

Español	Pedro	María Antonia	Cosme Román	Según Luchessi
Río	Kran	—	Kranpren	—
Rápido	Kudadá	—	Podá	—
Arroyo (1)	—	Krandien	Kranshin	Kai
Cerro	—	Keriri	—	—
Bosque de árboles altos	Kucheré	Kambé	Kuchen	—
Derrubada (2)	—	Kekudá	—	—
Arena	—	Vireaiá (?)	—	—
Barranca	—	Neichan	Kerin	—
Isla en medio del rio	—	—	Krandjucodjá	—
Campo	—	Goditeuá	—	Goró
Piedra	—	Keré	Kiné	—
Camino	—	Menshí	—	—
Bañado	—	—	—	Guambró
Isla	—	—	Kendjucodjá	—
Picada (3)	—	Amen	Mengré	Guicá guará
Tapuí (población india)	—	Guaití	—	—

(1) En *Kranshin* de M.A. se ve el diminutivo K. *shi, shin*.

(2) Derrubada es el bosque derribado por el viento.

(3) La palabra *Amen* sirve para significar todo lo que sea camino, como ser : carrero de animales, picada, etc: y como los caminos son muy angostos, en la forma M.A. se halla también el diminutivo K.

Español	Pedro	Maria Antonia	Cosme Roman	Según Luchessi
Tierra colorada	Taun	Taunchau	Teum	—
Pago (*lugar de viviendas*)	—	—	Gueimoton	—

Astronomía

Español	Pedro	Maria Antonia	Cosme Roman	Según Luchessi
Sol (¹)	Rau	Ará	Aró	Aró
Dia	Rau	—	Morau	—
Luna	Puirí	Puiré	Puirí	—
Estrella	Prá	Prá	Preá	Pariá
Estrella volante	—	—	Untí	—
Lucero	—	Prambrein	—	—
Obscuridad de la noche	—	Kuná	—	—
Cielo	—	Arau	Eronduí	—
Salida del sol	—	Arankoté	—	—
Puesta de sol	—	Arakabajó	—	—
Verano	—	Dau	—	—
Invierno (²)	—	Kuchá		—
Primavera	—	Gelén	—	—

(¹) K. *Arán.*
(²) K. *Kusha.*

Español	Pedro	Maria Antonia	Cosme Roman	Según Luchessi
Otoño	—	Eré	—	—
Luz de sol	—	Güai	—	—
Luz de luna	—	Eré Eré	—	—
Media noche	Machibaré	Kunná	Unnábode	—
Madrugada	—	Güai	—	—
Tarde	—	Eroká	—	—
Viento Norte	—	Nekarugutke	Naka	—
Viento Sur	—	Guten	Djeke	—
Este	—	—	Irokuran	—
Oeste	—	—	Inondje	—

SUSTANTIVOS VARIOS

Habitación

Casa (¹)	In	In	In	—
Puerta de casa (²)	—	Yetkan	—	—

(1) K. *In*.
(2) K. *Ñenké*.

Español	Pedro	María Antonia	Cosme Román	Segun Luchessi
Horcones de casa (1)	—	**Inundá**	—	—
Cumbrera » (2)	—	**Krínná**	—	—
Tijeras »	—	**Ká**	—	—
Techo »	—	**Goró**	—	—
Suelo ó piso	**Teun**	**Teun**	—	—
Sepultura	—	**Dei**	—	—

Vestidos y otros sustantivos

Ropa (3)	—	**Kuná**	—	—
Calzado	—	**Buenkaú**	—	—
Collar (4)	**Monulí**	**Djetká**	**Utguá**	—
Hilo de ortiga brava	—	**Kendau**	—	—
Jabón	—	**Neboié**	—	—
Aros (5)	—	**Nengranshá**	—	—

(1) K. *Tinondá.*

(2) K. *Tikrifor. Kri* ó *krin* significa arriba, alto y hasta cabeza.

(3) K. *Kurú.*

(4) K. *Netka* y *Ñatka.*

(5) K. *Ñingrenkikifé.*

Español	Pedro	María Antonia	Cosme Román	Según Luchessi
Aguja (1)	—	Pré	—	—
Tijera	—	Natakrié	—	—
Cama	Emia	Emmié	—	—
Flauta (2)	Uá	—	—	—
Cigarro (3)	—	Pitenguá	Petiman	—
Peine	—	Chureié	—	—
Gorra	Kimbrá	Kimbrá	Kirinidjá	—
Pañuelo	—	Kimbraniá	Chiringuaré	—
Chiripá	Kirimó	—	—	—
Agujero	—	Dajap	Cuajau	—
Sal	—	K̆rau	—	—
Alma	—	Ñire	—	—
Baile	—	Dikreié	—	—

---

(1) K. *Prei.*

(2) En el vocabulario de Edmundo de Barros K. la flauta es *Huán* (*Pikyri*, al norte del Guaira).

(3) Seguramente las palabras Y. que se refieren al cigarro derivan del guaraní *Peti* : tabaco.

NUMERACIÓN

Español	Pedro	María Antonia	Cosme Román	Según Luchessi
1 [1]	—	Bipá	Biré	—
2 [2]	—	ri	ri	—
3 [3]	—	Chikarí	Túktain	—
4	—	Tocnoipá	Scianne	—
5	—	Chekarípá	—	—
Mucho	—	Dadaibere, Dejdé	—	—

ADJETIVOS

Acido	—	Kúdono	—	—
Alto	Kériri	Kúnnere	Oí	—
Barato	—	Keiató	—	—
Blanco	—	Krimbanié	Kren	—

---

[1] K. *Pir ó Piré.*

[2] K. *Regré ó Rengré.*

[3] K. *Tekton ó Tactón.*

Español	Pedro	María Antonia	Cosme Román	Según Luchessi
Borracho	—	Manglékuamó, Akulá	Manlékumá	—
Bueno, bonito, lindo	—	Beé, Aiem Kuaijó	Chinimbé	Kuchí
Cálido, caliente	—	Daú	Ndaú	—
Caro (¹)	—	Keiáindé	—	—
Ciego	—	—	Dadá	—
Colorado rojo	—	Naciáu	Cháu	—
Contento	—	Mechengutá	—	—
Desnudo	—	Anatunjó	—	—
Derecho	—	Bé	—	—
Dulce	—	Krikuei iereie	—	—
Enfermo	Eiaumá	Áu	Áo	—
Enemigo	—	Arei	—	—
Feo, malo	—	Beebetumá	—	—
Flaco	—	Adeaugüetondé	—	—
Gordo	—	Adea	—	—
Grande	Petende	Brá	—	—
Haragán	—	M'mae	—	—
Largo	Ériré	—	—	—

(¹) K. *Kadja kamé* ó *Kaian kamé*.

Español	Pedro	María Antonia	Cosme Román	Según Luchessi
Liviano (poco peso)	—	Kulégüitondé	—	—
Maduro	—	Donó	—	—
Mal olor	—	Gembé	—	—
Miedoso	—	Kumbá	—	—
Mujer fea	—	Inambè	—	—
Mujer linda	—	Beebetondé	—	—
Negro	—	Nació	Chú	—
Overo	—	Kedau	—	—
Pequeño (¹)	Putuimé	Shi	Kutuí	—
Pesado	—	Kulej	—	—
Pobre	—	Cheimbannetude	—	—
Rico	—	Cheandauñide	—	—
Torcido	—	Gingeré	—	—
Trabajador	—	Chengüéndona	—	—
Valiente	—	—	Innedje	—
Verde	—	Dodjó	Deoí	—
Vestido	—	Kuná	—	—

(¹) En K. *Shi* ; *Shin*.

VERBOS

Español	Pedro	María Antonia	Cosme Román	Según Luchessi
Ablandar	—	Dainjo	—	—
Abrazar	—	Enápa	—	—
Acabar	—	Meré, Braéra	—	—
Acompañar	—	Nietenléjo	Enkregoiñé	—
Acordarse	—	Doiékrijo	—	—
Acostarse	—	Náma	—	—
Acuadar (ladrar á una pieza de caza, seguir la pista)	—	Deiranguonde	—	—
Afilar	—	Ingrai	—	—
Aflojar	—	Tajapá	—	—
Ahogar (ahogarse)	—	Krannedá	—	—
Andar ligero (tú)	—	Kukrunnajá	—	—
Apretar	—	Tangoneuí	—	—
Arrancar yuyos (carpir)	Lá'ra	Tapiu Puitke	Kuchenguaré	—
Arrastrar	—	Taruruke	—	—
Asar	—	Ngei	—	—
Asesinar	—	—	Enañema	—
Bailar	Adjekaraipa	Dikraia	Djekereia	—

Español	Pedro	María Antonia	Cosme Roman	Segun Luchessi
Bañarse	Chibé	—	—	—
Beber agua ([1])	Krankupreman	Krankobá	Kupremankran	—
Beber caña	—	Manglé kuamó	Manlé kumá	—
Brotar (el maíz)	—	Kroporoboda	—	—
Buscar	—	Guitén	—	—
Buscar agua ([2])	—	Kranguiten	—	—
Buscar leña	—	Penguité	—	—
Caer	—	Ná	—	—
Calentar	—	Dui	—	—
Calentar agua	—	Kranduí	—	—
Caminar	—	Krikunapá	—	—
Cansarse	—	Jubéke	—	—
Cantar	—	Ian	Amiá	—
Cargar	—	Kulé	—	—
Carnear	—	Doiro jámo	—	—

---

[1] Es curioso que en K. se diga : *Kronóra;* esto apuntaría la degeneración de *Goio* en *Kron*, como en español tenemos una idéntica con la palabra Gregorio que en lenguaje común se transforma en Goyo.

[2] En K. se dice *Goio Mani* y en Y. el canuto de tacuara que sirve para traer agua se llama *Uán kran amen*, que traducido palabra por palabra nos dá : *Tacuara*, *agua*, *traer*, de modo que aquí se vé el empleo de la palabra *maní* en la forma *amen*, en vez de *guiten* que es el verbo traer ó buscar en este caso.

Español	Pedro	María Antonia	Cosme Román	Según Luchess
Carpir (arrancar yuyos) (¹)	Lá'ra	Tapui Puitké	—	—
Casarse (tomar mujer)........	—	—	Chidakema	—
Castigar....................	—	Amopke	—	—
Cazar.......................	—	Doindangüangüe	Arekmotomó	—
Cocinar.....................	—	Djiangron, djiengrona	Chenderoné	—
Colgar......................	—	Kichangüá	—	—
Comer.......................	Djambremen	Ajankaba	Ñengró	—
Componer....................	—	Kuklebá	—	—
Comprar.....................	—	Djikeipa	—	—
Contar, decir, relatar.........	—	Madáomoni, kudamó	—	—
Convidar....................	—	imadándejá	—	—
Correr......................	—	Téktéknajá	—	—
Cortar el pelo...............	—	Aukainekrike	—	—
Coser.......................	—	Kukle	—	—
Criar animales..............	—	Gaiané	—	—
Criar hijos..................	—	Djiombai	—	—
Cubrir (²)..................	—	Krinjibá	—	—

(¹) En K. es *Prúr'ra*; la partícula *'ra* que hallamos en la primera forma de M.A. es la misma K. que da la idea verbal de movimiento, quizás una de las dos formas signifique Limpiar.

(²) En K. es *Kri kurtin*. y *Krin* significa arriba, todo lo que está alto, sobre, etc.

Español	Pedro	María Antonia	Cosme Román	Según Luchessi
Dejar	—	**Meréma**	—	—
Derramar.	—	**Taiopke**	—	—
Desconfiar.	—	**Inogüeianide**	—	—
Desgranar maíz (¹)	—	**Kundangrai**	—	—
Desplumar (²)	—	**Tapui Puitke**	—	—
Despoblar	—	**Nedeié**	—	—
Dormir (³)	**Aninoron**	**Inongran**	—	—
Edificar (hacer casa).	—	**Inbéna**	—	—
Empollar	—	**Engrá**	—	—
Empujar	—	**Kúnna**	—	—
Encargar.	—	**Dú**	—	—
Encerrar	—	**Krifauke**	—	—
Endurecer.	—	**Dooroó**	—	—
Enflaquecer.	—	**Deanguetonde**	—	—
Engordar	—	**Dea**	—	—
Engullir.	—	**Mo**	—	—
Enojarse	—	**Akúleré**	**Kararé**	—

(¹) En K. es *Ñer-Gráüà*, es decir maíz desgranar, lo mismo que en Y. pues la *n* de *Kundan* (maíz) es copulativa.

(²) Por lo que se vé aquí parece no querer significar sino limpiar: lo mismo que en carpir, arrancar yuyos, etc.

(³) K. *Noroná*.

Español	Pedro	María Antonia	Cosme Román	Según Luchessi
Enronquecer	—	Grongokte	—	—
Ensebar	—	Doteieditke	—	—
Esconder (¹)	—	Peiú	—	—
Escribir (hacer figuras)	—	Krikumei	—	—
Escuchar	—	Duembanjamó	—	—
Escupir	—	Buánumé	—	—
Esperar	Ñiempabebra	Niempanniepá	—	—
Espiar, estar escondido	—	Deieguemó	—	—
Espumar	—	Gitmeren	—	—
Estar con frío	Kuchachinimuidé	—	Kuchembrammá	—
Estar con calor	Daumuidé	Dan	Ndaü	—
Estar triste	—	Kuranelijó	Ñikrimá	—
Estar enojado	Krekuá	Akrareiñé	Kakararé	Akakraré
Echar á perder, destruir	—	Kaupá	—	—
Gritar	—	Jaké ó haké	—	—
Hablar	—	Anguáemó	Jodjambema	—
Hacer fuego	—	Petkren	—	—
Hervir	—	Laulocki	—	—
Huir	—	Aruiju	—	—

(¹) En K. es *Geipeiú*.

Español	Pedro	María Antonia	Cosme Román	Según Luchessi
Jugar	—	Djikreil	—	—
Ladrar	—	Bambanokte	—	—
Lastimar	—	Atáke	—	—
Lavar ropa	—	Ñendercubeba	—	—
Lavarse	—	Andankubeba	—	—
Levantarse	—	Kendamdenguá	—	—
Limpiar	—	Clara	—	—
Llamar	—	Pendengutan	—	—
Llegar	—	Ingretain	—	—
Llevar	—	Bandén	—	—
Llorar	Alaatupa	Là	Amlé	—
Llover	Ná	Ndademoná	Ná	—
Matar	Aandjimá	Ananá	Cherandiema	—
Mentir	—	Kudarámonde	—	—
Mirar	—	Inegueíamo	—	—
Morder	—	Amiau	Itpiraimá	—
Morir	—	Nda	Amna	—
Murió	—	Ndaiemé	—	—
Nadar	—	Krankunanden	—	—
No querer más	—	Braré	—	—

Español	Pedro	María Antonia	Cosme Román	Según Luchessi
No entender ó no entiendo....	—	Djibretumá	—	—
No saber ó no sé............	—	Djikrémma	—	—
Pedir (déme)...............	—	Imanepa	—	—
Peinarse..................	—	ngainreb	—	—
Pelear....................	—	Grajuájuámamo	—	—
Plantar...................	Daneneba	—	—	—
Pensar (estoy pensando)......	—	Chekraima	—	—
Perder....................	—	Kudaiére	—	—
Perderse..................	—	Kranie	—	—
Pisar maíz................	—	Kendá Luné	—	—
Quebrar leña..............	—	Katekuike	—	—
Quedarse..................	—	Djén nipa	—	—
Quemar....................	—	Alau	—	—
Querer....................	Unanechekebere	—	Chinimbé	—
Querer comer..............	Inchambrem	—	—	—
Querer nó.................	Djachiketuma	—	—	—
Recoger maíz..............	—	Kendatakeupa	—	—
Regalar (1)...............	—	Imanimá	—	—

(1) En K. es *Padjuká fi móni*, estas últimas silabas, *móni*, parecen tener algo de las primeras *Imani* de *Imani má*.

Español	Pedro	María Antonia	Cosme Román	Según Luchessi
Reir	Andepa	Gegámo	Ongig	—
Respetar	—	Bréré	—	—
Respirar	—	Dau	—	—
Retorcer	—	Tanguenetke	—	—
Robar	Ñandabiema	Jekil	Amiekignó	—
Romper	—	Taguanke	—	—
Roncar	—	Grongroke	—	—
Remar	—	Daitokoait	Tina	—
Sobar	—	Daió	—	—
Saltar	—	Reamá	—	—
Sanar	—	Bea	—	—
Sarandear (maíz)	—	Bó	—	—
Secar	—	Erondonrepa	—	—
Sentarse (¹)	—	Nemá	—	—
Sentarse en el suelo	—	Tangraunemá	Taunel	—
Siéntese aquí	—	Nema	Nenma	—
Soñar	—	Yedi	—	—
Subir	—	Doindimo	—	—

(¹) K. *Nira, Ni.*

Español	Pedro	Maria Antonia	Cosme Román	Según Luchessi
Sudar	—	Urudé	—	—
Sufrir (¹)	—	Kucheía	—	—
Tener miedo (²)	—	Kumba	—	—
Tener sueño (³)	—	Nóro	—	—
Tener hambre	Indotun	Iño tomá	Ñutoma	—
Tejer	—	Natukreie	Huímpepá	—
Tirar (hacer tracción)	—	Tarapé	—	—
Tocar la flauta	—	Tuiuia	—	—
Tostar (maíz)	—	Ñará	—	—
Trabajar	Cherguedje	Djemguemó	Ignó	—
Traer	—	Güiten	—	—
Trepar	—	Karaitimó	—	—
Váyase	Ataamuaba	Adennehá	—	—
Venga (⁴)	Akotamborá	Pedenutanjá	—	—
Viajar	—	Uriran moton	Neitomá	—
Voltear monte	—	Krangudá	—	—

(¹) En K. es *kusha* y *kuche* en Y. es también frio, y la palabra *kusheia* en K. quiere decir pelliscar con las uñas.

(²) K. *Kukamé.*

(³) K. *Norhatí.*

(⁴) K. es *Któng.*

Español	Pedro	Maria Antonia	Cosme Roman	Segun Luchess
Vomitar	—	**Lechiau**	—	—
Zurrar	—	**Kmopke**	—	—
Zambullir	—	**Hutke**	—	—

ALGUNAS FRASES

Estoy con hambre (¹)	**Indotun**	**Iñotoma**	**Ñutomá**	—
Vamos al monte	—	**Kuche enden getún**	—	—
Voy á dormir	—	**Inongran**	—	—
Él está enojado	—	**Akrareiñé**	—	—
Váyase Vd.	**Atanmuabá**	**Adennejá**	—	—
Ven tú	**Akotambora**	**Pedenutanjá**	—	—
Anda (tú) ligero	—	**Kukrun najá**	—	—
El no vuelve más	—	**Akuten lejó**	—	—
Voy a cazar	—	**Itoin tan ramá**	—	—
No llores (tú)	—	**Alaa tu kuá**	—	—
Voy á comer (²)	—	**Acham bre jó**	—	—

(¹) *I* en esta palabra sería *Ño* = *Ñe*, véase C. R., y quizás la traducción fuese *I* = Yo; en K. *Ño* (C. R.) = comer y *tomá* = literalmente no he ido; porque *to* en K. es partícula negativa y *má* = *mó* es también en K. ir, vamos, etc.

(²) En este caso la palabra comer sería *Bré* de *Djambremen* = comer, según P.

Español	Pedro	María Antonia	Cosme Román	Según Luchessi
Va (tú) á comer (1)...........	—	Achá ñe mó	—	—
Él va á comer (2)............	—	Achan coi teja	—	—
Nosotros vamos á comer (2)....	—	Amcham coia moton	—	—
Vayan Vds á comer (2)........	—	Achan coía mapa	—	—
Ellos fueron á comer (2).......	—	Achan coia mokamá	—	—
Donde vas (tú)..............	—	Ara te mo	—	—
Vamos juntos á campear bichos.	—	Ajo Dain Dain jámo	—	—
Venga á carnear.............	—	Peten guten Doiro jamo	—	—

De todas estas frases, las únicas que á pesar de mi buena voluntad he podido conseguir con una gran dificultad, á causa de lo trabajoso que es poderse hacer entender con los indios, cuando no se conoce nada de su idioma; los filólogos ayudados por el Kaingangue y quizás por algún otro dialecto afine de que tengan conocimiento, podrán extractar los pronombres y su colocación.

Por ahora, mi misión ha terminado, por lo menos hasta que me sea dado volver á aquel magnífico Territorio de Misiones en donde podré conseguir mayores datos sobre estos interesantes indios.

Buenos Aires, Enero de 1896.

JUAN B. AMBROSETTI.

---

(1) Pero aquí sería la sílaba *Ñe* de *Ñengró* = comer, según C. R.

(2) En todas estas frases se halla la palabra comer *Co-Coia* del K. y también *Ma* y *Mo* que en K. es = vamos, ir, etc.

SUR

L'ÉVOLUTION DES DENTS DES MAMMIFÈRES

PAR

FLORENTINO AMEGHINO

Personne n'ignore que les caractères fournis par les dents comptent parmi ceux qui ont le plus d'importance pour la classification des mammifères ; pour la determination des espèces fossiles, les dents sont aussi les débris les plus précieux et souvent ceux qui donnent les indications les plus précises.

D'après une théorie assez moderne, aujourd'hui presque universellement acceptée, les dents compliquées des mammifères seraient le résultat de la complication graduelle des dents simples et coniques (haplodontes) des reptiles ; ces dernières représenteraient le type primitif. Cette évolution aurait commencée par l'adition d'une denticule en avant et une autre en arrière de la base de la cuspide conique primitive ; ces denticules auraient grossies, chaque dent présentant ainsi trois cuspides ou tubercules se succédant d'avant en arrière sur la même ligne ; c'est le stade ou type de denture appelé *triconodonte.* En continuant l'évolution, deux de ces tubercules, l'antérieur et le postérieur, se seraient deplacés, se transportant en dehors dans la mâchoire supérieure et en dedans sur l'inférieure; les trois tubercules occupaient alors les trois pointes d'un triangle dont la base en haut était placée en dehors et en bas en dedans ; celui-ci c'est le type de dents appelé triangulaire, trigodonte ou trituberculaire. A une fase plus avancée, dans les molaires supérieures par une espèce de végétation de la base se serait ajouté au tubercule interne de ce triangle un deuxième tubercule ; les dents arrivées à cette fase présenteraient le type appelé quadrangulaire ou quadrituberculaire. Dans la mandibule inférieure le type quadrangulaire se serait constitué par l'addition d'un talon postérieur au triangle primitif et la suppression du tubercule antérieur de celui-ci. Pendant que cette évolution avait lieu, la racine unique de la dent simple primitive se sillonnait, le bout s'étranglait et terminait par se bifurquer, augmentant ainsi le nombre des racines à mesure qu'avançait la complication de la couronne.

Nous ne sommes pas de cet avis. Il y a longtemps que nous avons avancé une théorie complétement différente. D'après nous, les dents compliquées des mammifères (molaires caduques, persistantes et de remplacement) se seraient formées par la fusion de plusieurs dents simples ; cette fusion se serait effectuée par les couronnes, de manière que le nombre de racines de chaque dent corresponderait au nombre de dents fusionnées, sauf les cas, assez fréquents d'ailleurs, de la fusion postérieure des racines elles mêmes.

Nous avons développé cette théorie dans notre ouvrage *Filogenia*, paru en 1884, et nous en avons fait l'application dans presque tous nos travaux de paléontologie. Il en résulte qu'en comparant les anciens êtres au point de vu de la valeur de leurs caractères pour en tirer des déductions sur l'évolution et l'origine des différentes branches de la classe des mammifères, nous arrivons à des résultats souvent très différents de ceux qui obtiennent la plupart des paléontologistes.

Avons-nous tort?— Cela est bien possible. Peut-être aussi la circonstance d'avoir publié nos travaux en langue espagnole a-t-elle contribuée à ce que l'on ne saisisse pas bien notre pensée. N'importe comment, nous persistons encore dans nos premières idées sur ce sujet, tout en étant disposés à les abandonner aussitôt que nous nous convaincrons que nous sommes dans l'erreur.

Maintenant nous allons résumer nos opinions là-dessus, les mettant en parallèle avec celles qui constituent la théorie opposée, à fin que l'on puisse se rendre bien compte de l'état de la question, et provoquer ainsi la discussion pour en combler les lacunes.

DE QUELQUES LOIS PHYLOGÉNÉTIQUES QUI REGISSENT L'ORIGINE ET L'ÉVOLUTION DES ORGANES.—Parmi le nombre considérable de lois que nous avons établis dans notre *Filogenia*, concernant l'évolution des organes des mammifères, il y en a quatre dont la connaissance est indispensable et dont il faut bien en saisir l'importance; ces lois dominent toutes les recherches phylogénétiques et nous tracent toujours les voies à suivre pour la restauration des différentes lignes de filiation. Nous en avons fait l'application pendant quinze ans, toujours avec des bons resultats, et nous ont aidées beaucoup dans nos recherches. Il est possible que ces lois présentent quelques exceptions; elles doivent même nécessairement en présenter, sans laisser d'être par celà d'application à peu-près universelle.

Les voici :

Les organes analogues et homologues qui forment le squelette (¹), *ont apparu en nombre complet dès le premier commencement sans qu'après il y ait jamais eu apparition de parties nouvelles analogues ou homologues des premières* (AMEGHINO, *Filogenia*, p.

(¹) Quoique les dents ne sont pas des parties du squelette, ce que nous disons de celui-ci leur est applicable, d'autant plus que l'origine des dents n'est pas exclusivement ectodermique comme l'on croyait, le mésoderme contribuant aussi pour une grande partie à leur formation.

162). Après cette première, apparition, il y a eu spécialisation, différentiation, fusion et disparition d'organes d'une même classe, mais il n'en ait pas apparut des nouveaux (¹). Cette première apparition peut s'être effectué avec les parties confondues, qui ne se seraient séparées que plus tard comme c'est le cas pour la colonne vertébrale avant la segmentation, etc.

Tout organe qui disparaît de l'espèce par atrophie, ne reparaît jamais; s'il en reste des traces embryonnaires il pourra reparaître comme une anomalie atavique et transitoire. Cette loi nous explique pourquoi une espèce perdue est perdue à jamais...elle ne reparaît plus.

Les organes analogues et homologues ont tous eu à leur origine la même forme.

Les différences qu'ils présentent sont des différentiations acquises postérieurement pour accomplir des fonctions différentes.

Quand les organes analogues et homologues déjà différentiés, accomplissent les mêmes fonctions, ils tendent à prendre des formes symétriquement égales. Cette loi nous explique la ressemblance externe et fonctionnelle que présentent les pattes antérieures et postérieures chez les ruminants et les équidés, la ressemblance des molaires persistantes et de remplacement des équidés, la ressemblance de la dernière molaire de la denture persistante et de la denture de lait chez les ruminants (²) et une foule d'autres ressemblances autrement incomprehensibles.

(¹) L'hyperdactylie des cétacés (et d'autres exemples que l'on pourrait citer) n'est pas une exception, car l'augmentation dans le nombre des phalanges est le resultat de la séparation des parties epiphysaires produite par le milieu aquatique; ces parties epiphysaires se sont formées et surajoutées aux phalanges à une époque relativement récente, et rentrent dans le nombre des organes supplémentaires à ceux qui constituent le plan fondamental ou originel (voir, AMEGHINO, *Filogenia*, p. 162-163).

(²) Il est vrai que les molaires de lait et les molaires persistantes appartiennent à une même série ou génération, mais que dans ces animaux et beaucoup d'autres se partage en deux parties, dont l'une rentre en

Avant d'entrer en matière, nous devons faire une observation sur l'habitude que l'on a de considérer les formes fossiles très anciennes, comme devant nécessairement représenter les ancêtres des types modernes. Sur ce point il y a évidemment une grande exagération. La ligne d'évolution qu'aboutit à une forme recente quelconque, doit représenter une ligne droite, l'axe d'un arbre du quel sont partis de très nombreuses branches latérales. Les formes qui se placent dans cette ligne courte et droite, doivent être nécessairement en très petit nombre, tandis que les formes divergentes doivent être excessivement nombreuses. Donc, l'immense majorité des formes fossiles, ne sont pas les ancêtres directs des types actuels, sinon des branches latérales éteintes, plus ou moins divergentes.

De la forme des dents chez les premiers mammifères.— «D'après ce que nous venons de dire, tous les mammifères à dents composées, de couronne à surface plate, plissée ou mamelonnée, descendent de mammifères qu'avaient un plus grand nombre de dents, mais toutes simples, c'est-à-dire, à une seule racine. Dans les premiers stades de leur développement, toutes les dents composées apparaissent sous la forme de plusieurs pointes coniques réunies par leurs bases, ces pointes représentants le nombre de dents simples qui ont donné origine aux dents composées. C'est à remarquer que les dents simples des mammifères apparaissent aussi sous la même forme de pointes. Par conséquent, et vu le parallèle qui existe entre le développement embryologique et la succesion paléontologique, nous croyons que les premiers mammifères ont été pourvus de dents simples, à couronne plus ou moins conique ou aiguë.» (Ameghino, *Filogenia*, p. 100-101, an. 1884).

fonction beaucoup plus tard que l'autre, de sorte que la dernière dent de chacune de ces parties remplit les mêmes fonctions, étant ainsi analogue l'une de l'autre.

« Les monotrèmes de notre époque se distinguent par l'absence de dents, ou pour n'en posseder qu'un très petit nombre et non calcifiées. Nous savons que presque tous les mammifères sont pourvus de dents, et il en est de même des reptiles; quand les dents manquent, on a pu démontrer que cela est du à une évolution regressive. C'est donc évident que les antécesseurs des monotrèmes actuels on du être pourvus de dents simples et en nombre considérable comme chez les ditrèmes inférieurs existants, ou autrement, les dauphins ». (AMEGHINO, *Contribucion al conoc. de los mamif. fós. de la R. Arg.*, p. 892, an. 1889).

« La tête (du premier mammifère) était très longue, étroite, pointue en avant, avec les mâchoires très minces et pourvues d'une seule file de petites dents très nombreuses et à peu-près égales, à couronne aiguë et avec la base ouverte. » (AMEGHINO, *Una rápida ojeada á la evolucion filogenética de los mamíferos. Boletin del Inst. Geog. Arg.*, a. 1889, p. 163 à 174).

Cette question des caractères de la denture chez les premiers mammifères a été traitée dernièrement par plusieurs auteurs et ils arrivent à des conclusions assez différentes. Tandis que les premiers qui s'en sont occupé ont exprimé des opinions assez semblables aux nôtres, les derniers s'en écartent presque complétement, sans que pour cela il y ait entre-eux accord complet. On remarque même des contradictions assez notables puisque ce n'est pas rare de voir un même auteur soutenir que les dents simples et coniques représentent la denture primitive, et quelques pages après affirmer que les premiers mammifères étaient hétérodontes,—que l'homodontie de certains types n'est qu'une acquisition récente.

Nous croyons que la source de ces divergences c'est la confusion qu'on a fait de conditions dentaires très différentes sous une même dénomination. Sous le nom d'homodontie, par exemple, on confond aussi bien les types à dents simples, non compliquées, que ceux ayant une seule classe de dents; sous le nom d'hétérodontie l'on réunit non seulement les types qui présentent des dents de formes différentes, mais aussi ceux qui les ont simples quoique distribuées dans des régions distinctes (incisives, canines et molaires).

Ce sont autant de questions que pour les traiter avec profit il faut en préciser les limites.

Avant tout, il faut considérer la question du nombre des dents. Quelques mammifères en ont une quantité considérable ; c'est l'état polyodonte *(polyodontie).* D'autres au contraire en ont très peu, état que nous pourrons appeler oligodonte *(oligodontie).*

Après, il faut considérer les dents au point de vu de leur forme plus ou moins compliquée. Ces organes peuvent être simples, plus ou moins coniques et à une seule racine; c'est l'état haplodonte (*haplodontie*). Les dents complexes, avec plus d'une racine et la couronne presque toujours compliquée, représentent l'état que nous nommons plexodonte (*plexodontie*).

Maintenant, en comparant les dents d'un même animal, nous verrons que chez certains genres ces organes sont tous égals en forme et grandeur ; c'est l'état homodonte (*homodontie*). Par contre, chez d'autres genres, les dents peuvent être très différentes les unes des autres, soit par la forme, soit par la grandeur, et représentent alors l'état hétérodonte (*hétérodontie*).

Il faut aussi considérer à part, la place qu'occupent les dents, conditions que l'on a confondues avec les précédentes. Chez la plupart des mammifères les dents sont implantées aussi bien dans le maxillaire que dans l'intermaxillaire, et l'on peut presque toujours les partager en incisives, canines et molaires ; généralement on les appelle à dentition complète ; c'est l'état entélodonte (*entélodontie*). Chez d'autres la dentition est réduite d'une manière plus ou moins considérable, mais manquant toujours les incisives, du moins fonctionnelles ; on les appelle à dentition incomplète ; c'est l'état atélodonte (*atélodontie*).

Polyodontie et oligodontie. — «D'après ce que nous venons de dire, il est évident que tous les mammifères possédant des dents composées, ont eu pendant des époques passées un plus grand nombre de dents, mais toutes simples, et de la même forme que celles des dauphins de notre époque. Les premiers mammifères ont donc eu un nombre de dents très élevé, mais pour le moment difficile de déterminer ; pourtant, si nous prenons un mammifère de dentition complète comme le *Macrauchenia* ou le cheval, et que nous reduisions les dents composées en dents simples, nous trouverons que leurs antécesseurs les plus éloignés ont du posséder plus de 150 dents. Ce nombre, n'est pas exagéré, certainement, car le *Priodontes* (tatou géant) mammifère d'une évolution déjà assez avancée, possède près d'une centaine de dents simples et chez les dauphins ce nombre s'élève de 160 à 170, et même davantage. Chez le *Stenodelphis* (¹) le nombre de dents est encore beaucoup plus considérable, car il s'élève au chiffre de 230 à 236. Or, comme d'après une loi phylogénétique dont nous parlerons, le nombre de ces organes n'a pu augmenter, nous en tirons la conclusion que le prototype des mammifères ne possédait pas moins de 236 dents, qui est le nombre que très souvent l'on rencontre chez le *Stenodelphis* de l'embouchure du Rio de la Plata.»

«Les dents, de même que les autres parties du squelette, n'ont apparut qu'une seule fois ; après, leur nombre ne s'est modifié que par disparition ou fusion. Ainsi, tous les mammifères, dentés ou édentés, ont eu pour ancêtres des mammifères pourvus d'un nombre de dents très considérable.» (AMEGHINO, *Filogenia*, p. 111-112, an. 1884).

Nous sommes encore de la même opinion, qui, du reste s'accorde avec la première loi phylogénétique dont nous avons parlé plus haut.

A notre connaissance, cette question n'a pas encore été traitée d'une manière spéciale par aucun paléontologiste. Pourtant,

---

(¹) *Stenodelphis* Gerv., remplace *Pontoporia* Gray, qui est preoccupé.

dans l'ensemble des travaux des zoologistes, paraît dominer l'opinion, que dans les cas de mammifères actuels comme le *Stenodelphis* et le *Priodontes*, possédant beaucoup de dents, le nombre considérable de ces organes est dû à une augmentation acquise ; ce serait donc un caractère récent. Les paléontologistes, de leur côté, considèrent les plus anciens genres à dents peu nombreuses (*Plagiaulax*, *Dromotherium* et *Microconodon*) comme se rapprochant du prototype des mammifères. D'après cela, les premiers mammifères auraient donc eu un très petit nombre de dents.

Les recherches embryologiques récentes, paraissent confirmer, du moins apparemment, cette manière de voir ; les investigateurs, en étudiant le développement embryologique des dents des cétacés, ont été conduit à penser que le nombre considérable de dents chez certains dauphins est une acquisition récente. Pour expliquer cette augmentation dans le nombre de ces organes, on a avancé la supposition que les premiers cétacés avaient des dents compliquées ; chacune de ces dents, se serait partagé en deux ou trois dents simples, de sorte que d'une souche primitive possédant un nombre restreint de dents composées seraient descendu les genres à dents nombreuses et coniques comme le *Stenodelphis*. On le voit, ce n'est pas seulement la polyodontie qui serait une acquisition récente, mais aussi la plexodontie.

Nous croyons que l'on a eu trop de hâte à tirer des déductions sur des observations qui ne font que de commencer et qui peuvent être interprétées autrement. Ce n'est pas sur des dents à couronne bicuspide qu'il faudrait chercher la preuve de la plexodontie primitive, sinon sur des dents à double racine ou ayant la cavité de la pulpe cloisonnée. Mais n'importe comment, la division d'une dent composée pour constituer deux ou trois dents simples, nous paraît non seulement improbable, mais aussi en contradiction avec toutes nos connaissances sur l'organisation anatomique des mammifères ainsi que sur leur développement embryologique et leur succesion paléontologique. Nous reviendrons, d'ailleurs, plus loin sur ces questions. Pour le moment, nous nous limiterons à faire remarquer qu'en écartant la supposition de la scission des dents compliquées pour former des dents simples, il sera bien dificile de trouver à l'aide de quel procédé a pu la nature produire l'augmentation du nombre des dents des mammifères.

Chez les mammifères, aussi bien dans les dents que dans les autres parties du squelette, nous constatons qu'il y a toujours eu diminution constante et progressive d'organes, soit que nous suivions la disposition systématique, soit que nous suivions le développement embryologique des différentes lignes. L'augmentation dans le nombre des dents que l'on pretend a eu lieu chez quelques dauphins contituerait une des exceptions les plus singulières; un fait semblable, avant d'être admit, doit reposer, du moins à notre avis, sur des preuves plus sérieuses que celles qu'on a avancé.

Pour notre part, nous sommes d'une opinion absolument contraire. Nous croyons que le *Stenodelphis* et le *Priodontes* sont des types que dans le nombre de leurs dents ont conservés un caractère primitif; le *Dromotherium*, le *Microconodon* et le *Plagiaulax* sont des types que dès leur époque, certainement bien éloignée, avaient déjà souffert une très forte reduction dans le nombre de leurs dents.

En soutenant cette thèse, nous croyons nous approcher davantage de la vérité, puisque les reptiles possèdent un nombre de dents très élevé. Certainement qu'il y en a aussi avec peu de dents, ou même complétement édentés, mais il est facile de voir que ce sont des formes très spécialisées, tandis que celles à dents nombreuses sont des formes généralisées, et c'est dans une de celles-ci que l'on doit chercher la souche primitive des mammifères.

HAPLODONTIE ET PLEXODONTIE.—Chez les premiers mammifères, les dents étaient-elles du type haplodonte ou du type plexodote? Dans les paragraphes ci-dessus transcrits nous nous étions déclarés partisans de l'haplodontie primitive, et l'école nord-américaine, qui explique la formation des molaires complexes et à plusieurs racines par la complication graduelle de la dent haplodonte afirmait aussi que les premiers mammifères devaient être à dents simples et coniques. Pourtant, aujourd'hui il y a un revirement d'opinion, et se basant surtout sur des recherches embryologiques, interprétées probablement d'une manière inexacte, les zoologistes sont portés à considérer l'haplodontie de certains mammifères actuels (odontocètes, tatous) comme acquise, tandis que la plexodontie représenterait le stade dentaire primitif des premiers mammifères.

Nous ignorons comment font-ils concorder l'existence de cette plexodontie primitive avec la théorie de la complication graduelle de la dent simple et conique, à moins d'admettre que la complication des dents aurait pris naissance chez les reptiles encore inconnus d'où sont derivés les mammifères, mais cela nous paraît très improbable. Nous ne connaissons pas de reptiles avec des dents à plusieurs racines (¹) tandis qu'il y a beaucoup de mammifères à dents nombreuses, très simples et à une seule racine, représentant le stade primitif; en outre, ces mammifères au stade haplodonte, se comptent aussi parmi ceux d'une organisation la plus inférieure. «Parmi les mammifères actuels, ce sont les dauphins que par leurs dents coniques, pointues et à une seule racine, possèdent une denture représentant d'une manière plus ou moins exacte le type primitif : celui d'entre-eux qui représente le type le plus primitif c'est le curieux genre *Stenodelphis* (*Pontoporia*) qui vit à l'embouchure du Rio de La Plata (²). »

Pour prouver que l'haplodontie des cétacés est acquise, l'on

(¹) Le *Triceratops* ferait exception, mais c'est un type relativement moderne, sans aucune relation avec les ancêtres des mammifères, et en plus il ne s'agit, probablement, que de pseudo-racines.

(²) AMEGHINO, *Filogenia*, p. 101, a. 1884.

s'appuit sur le fait que chez l'embryon de baleine l'on trouve des dents bicuspides et à deux racines incomplètes tandis que dans les embryons des odontocètes *(Phocaena communis)* les dents postérieures sont souvent à deux ou trois pointes, et rapprochant ce fait de l'ancienne existence de cétacés avec des dents à deux racines *(Zeuglodon, Squalodon)* on en a déduit que les ancêtres de ces animaux dévaient être plexodontes.

Nous sommes bien loin de nous laisser convaincre par ces raisonnements. Plus loin nous verrons que les dents à deux cuspides et à double racine qu'on trouve dans les fœtus de baleines sont le résultat de la fusion de deux dents simples pendant la période embryonnaire. Les dents bis ou tricuspides de *Phocaena* ne prouvent rien; sous ce rapport ces dents sont comparables à celles de certains reptiles (*Galesaurus)* ou aux incisives à couronne bifide de plusieurs mammifères (*Rhynchocyon*) que personne ne pensera à les prendre pour des dents plexodontes simplifiées.

On a prétendu aussi que l'haplodontie acquise était accompagnée d'une augmentation dans le nombres de dents, mais nous ne le croyons pas. Les embryons de *Phocaena* montrent autant de dents sinon plus que les individus adultes, et les fœtus de baleines présentent une quantité de dents aussi considérable que chez les dauphins (plus de quarante sur chaque côté de la mandibule); l'embryologie prouverait donc que le nombre de dents à diminué et non augmenté.

On ne doit pas oublier que parmi les cétacés les genres à caractères les plus primitifs *(Stenodelphis, Inia)* sont précisement ceux à dents plus nombreuses. Les dauphins de ce groupe sont probablement aussi les plus anciens cétacés, car on les rencontre possédant déjà les mêmes caractères dans les formations éocènes de la République Argentine, et c'est dans le crétacé ou peut-être même dans des formations encore plus anciennes qu'il faudra chercher leur point de départ. Les Squalodontes constituent un groupe qui doit s'être séparé de la souche des cétacés, avec des dents haplodontes, qui ne sont devenues plexodontes qu'à une époque relativement récente. Quant aux *Zeuglodontes* il est probable qu'ils n'aient pas de relations avec les cétacés; ils n'en sont pas les antécesseurs, et tout au plus, peuvent être considérés comme une branche latérale.

D'après ces nouvelles idées, que nous critiquons, les édentés aussi auraient été primitivement plexodontes; on en offre comme preuve la présence de dents embryonnaires à couronne bicuspide, et les molaires de la première dentition de *Tatusia* qui sont à deux racines. Dans un temps nous étions de cette même opinion (¹), mais aujourd'hui nous avons changé d'avis et nous croyons que les dents des édentés n'ont jamais eu ni des couronnes compliquées ni de racines séparées. Les racines des dents de lait de *Tatusia* sont des pseudo-racines produites par la pression des dents de remplacement, tandis que la couronne bicuspide n'est qu'un simple caractère morphologique sans aucune importance dans cette question; avant d'être usées, les molaires de remplacement sont aussi bicuspides, comme les incisives de beaucoup de mammifères. Nous aurons l'occasion de revenir sur ce sujet; ici nous nous contenterons de signaler la présence d'un représentant de ce groupe *(Priodontes)* avec des dents très nombreuses et toutes simples, ce qui vient à l'appui de l'opinion d'après laquelle les premiers mammifères étaient haplodontes et à dents nombreuses, d'autant plus que parmi les tatous ce genre c'est précisement un des moins spécialisés.

HOMODONTIE ET HETERODONTIE. — Nous voici à la troisième question que l'on avait confondu avec la première, celle de savoir si les dents des premiers mammifères étaient toutes de la même forme et de la même grandeur ou si au contraire elles étaient de formes et de grandeurs différentes. Les auteurs récents s'accordent à considérer l'état hétérodonte comme

---

(¹) AMEGHINO, *Filogenia*, p. 99, a. 1884.

étant le primitif, mais ils comprennent dans la même question et sous le même titre non seulement l'homodontie et l'hétérodontie mais aussi l'entélondontie et l'atélodontie. En écartant cette dernière question, puisque nous avons reconnu que les premiers mammifères étaient à dents simples et coniques, c'est-à dire haplodontes, il est clair que ces organes avaient tous la même forme, ne pouvant présenter d'autres différences que de grandeur. Dans la dentition haplodonte de plusieurs reptiles, nous voyons quelques dents que tout en conservant la même forme conique prennent un développement beaucoup plus considérable que les autres, ressemblant à des grandes canines (*pseudo-canines*). Pourtant, cela ne devait pas être le cas des premiers mammifères, du moins si nous en jugeons par ceux qu'à notre époque se rapprochent davantage du type primitif; chez les dauphins et le Priodonte, les dents sont non seulement de la même forme mais aussi de même grandeur. Pour nous, ces caractères ne sont pas une acquisition moderne sinon un héritage de leurs plus anciens antécesseurs: nous croyons donc que les premiers mammifères étaient des homodontes parfaits.

Entélodontie et atélodontie. — Sur cette question nous serons assez brefs, car il y a un accord complet à considérer les premiers mammifères comme entélodontes, c'est-à-dire comme ayant eu des dents aussi bien dans les maxillaires que dans les intermaxillaires; tous les auteurs reconnaisent que l'atélodontie est une regression moderne ([1]). Les ancêtres des mammifères devaient être pourvus de dents depuis le bord antérieur des intermaxillaires jusqu'à la région postérieure des maxillaires. La perte de ces organes s'est effectuée par une diminution graduelle aboutissant chez certains groupes à des genres completement édenté, comme le fourmilier et le pangolin; toutefois, ce que l'on observe avec plus de fréquence c'est l'absence de ceux de quelques catégories, et spécialement des incisives.

---

[1] Dans notre ouvrage *Filogenia*, p. 269 à 271, nous avons demontré que tous les mammifères étaient originairement entélodontes.

Sous ce dernier point de vue, le groupe le plus remarquable est celui des édentés qui se distingue précisement par l'absence presque constante des incisives, mais on en a trouvé dans les embryons de tatous (*Tatusia*) et aussi dans la partie antérieure de la mandibule de très jeunes *Bradypus*. D'un autre côté, les anciens *Peltephilidae* avaient des incisives très développées et en fonction. Un autre groupe, les *Propalaehoplophoridae* du sous-ordre des *Glyptodontia* avaient également des incisives, mais chez eux elles étaient rudimentaires et disparaissaient de bonne heure.

Les premiers mammifères à dents nombreuses et toute égales, non différenciées, ne devaient avoir d'autres catégories de dents que celles que résultaient de la différence d'emplacement, c'est-à-dire des incisives et des molaires, molaires par la position mais non par la forme. La différentiation en incisives, canines, prémolaires, molaires, carnassières, tuberculeuses, etc., est d'origine relativement récente et nous croyons qu'une partie de ces categories n'ont pas l'importance qu'on leur accorde.

Un bel exemple nous l'offre la dent canine. Cette dent telle qu'elle se présente chez les carnassiers se distingue très bien morphologiquement et fonctionnellement, et bien qu'il soit facile d'en établir l'homologie chez la presque totalité des ongulés et des carnassiers, on ne peut en dire autant de tous les autres mammifères. Nous la voyons disparaître chez certains types, tandis que chez d'autres elle est remplacée morphologiquement (non par l'emplacement) et fonctionellement par l'incisive externe ou par la première prémolaire. En réalité l'on donne le nom de canine à la plus antérieure des dents implantées dans le maxillaire, qu'elle soit grande ou petite ou de n'importe quelle forme.

Dans les types inférieurs, il n'y a, entre les incisives et les canines, d'autre différence que l'implantation des premières dans les intermaxillaires et des deuxièmes dans les bords antérieurs des maxillaires, mais rien ne prouve que par le raccourcissement des mâchoires ou par d'autres causes, une incisive externe n'ait pu dévenir une canine, ou une canine devenir une incisive.

Le genre *Dasypus* prouve que ce changement est possible. C'est le seul tatou actuel possédant une paire d'incisives, qui d'ailleurs par leurs forme ne se distinguent pas des dents suivantes. On a présenté cette exemple comme une preuve que les anciens tatous avaient des incisives, mais, quoique cette dernière assertion soit vraie, l'incisive de *Dasypus* est une acquisition récente. Chez les genres fossiles qui s'y rapprochent davantage (*Eutatus, Proeutatus, Macroeuphractus*, etc.) et chez *Prodasypus* qui en est l'antécesseur, il y a le même nombre de neuf dents sur chaque côté, mais toutes implantées dans les maxillaires, ces os étant suivis par des intermaxillaires très longs et sans dents. Chez *Dasypus* les intermaxillaires se sont raccourcis ainsi que la partie antérieure des maxillaires, de telle sorte que toute la série dentaire se trouve placée plus en avant; à cause de ce raccourcissement, la première dent, que dans les genres anciens était placée dans les maxillaires et assez loin du bord antérieur de ceux-ci, s'est avancée vers la partie antérieure du crâne jusqu'à s'implanter dans l'intermaxillaire.

THÉORIE DE L'ORIGINE DES DENTS COMPLIQUÉES (molaires caduques, persistantes et de remplacement) DES MAMMIFÈRES PAR LA FUSION DE PLUSIEURS DENTS SIMPLES.—«L'homme a 32 dents, distribuées en incisives, canines et molaires; les incisives, les canines et les deux premières dents de chaque côté des mâchoires sont à une seule racine. Les trois dernières dents ont deux ou trois racines et leur couronne est tuberculeuse.

«Ces dents à plusieurs racines, on les trouvent aussi bien chez l'homme que chez la plupart des mammifères, et semblent formées par la réunion de plusieurs dents simples qui se seraient rapprochées et fondues dans une seule pièce, comme tant d'autres parties du squelette nous en fournissen des nombreux exemples. Les dents à une seule racine représenteraient ainsi une seule dent primitive, et les molaires avec deux, trois ou quatre racines distinctes, proviendraient de la fusion de deux, trois ou quatre dents simples primitivement isolées.

«Pourtant, quelques molaires qui n'ont que deux ou trois racines, peuvent provenir de la fusion d'un nombre de dents simples plus considérable que celui des racines. Très souvent on peut observer que ces racines, simples en apparence, sont formées par la réunion de deux ou trois qu'avant étaient distinctes, et dont les points d'union sont encore indiqués par des depressions ou des sillons longitudinaux qui les divisent en parties égales ou inégales; il arrive parfois que chaque partie de la racine conserve un canal nourricier distinct, ce qui démontre que ces canaux correspondaient autre fois à autant de racines séparées.

«D'après cette théorie, les vraies molaires de l'homme résulteraient de la réunion de quatre dents simples primitives; les molaires supérieures des ruminants, des chevaux et des autres animaux du même groupe proviendraient également de la fusion de plusieurs dents simples primitivement séparées.» (AMEGHINO, *Filogenia*, p. 88-89).

«Maintenant, revenant aux racines, nous devons reconnaître qu'elles ne constituent pas un moyen infalible pour déterminer le nombre de dents primitives qui sont rentrées en fusion pour former chaque molaire, car ces mêmes racines ont pu se fusionner les unes aux autres, et aussi s'atrophier et disparaître complétement.

«Prenons comme exemple une vraie molaire supérieure de bœuf, et nous verrons qu'elle est formée par deux lobules transverses, chacun d'eux composé de deux parties, quoique la dent n'ait que trois racines séparées, deux sur le côté externe et la troisième sur l'interne. Si nous continuons notre examen nous verrons aussi que les deux racines externes correspondent aux deux lobules du côté externe, qui ici sont restés séparés parce que la dent est plus large, tandis que la même dent, s'étant au contraire rétrécie sur le côté interne, les racines des deux lobules internes se sont rapprochées et ont fini pour se fusionner dans une seule. Cette racine composée laisse voir encore très bien sa division primitive en deux parties, indiquée par un sillon vertical qui court tout le long de la racine et sépare aussi les deux lobules; en plus, chaque partie de cette racine apparemment unique possède un conduit indépendant par où passent les vaisseaux nourriciers qu'autre fois parcouraient les deux racines séparées.

«Si cette partie interne de la dent continuait à se rétrécir, il est évident que la racine double correspondante se rétrécirait à son tour jusqu'à perdre toute trace des deux parties primitives qui la constituent; alors la dent semblerait n'avoir que trois racines simples. Probablement, dans toutes les dents supérieures quadrangulaires à trois racines, la racine interne est le résultat de la fusion de deux racines. Si les molaires continuent à diminuer de volume, les racines aussi s'atrophient et se réunissent les unes aux autres jusqu'à n'en former qu'une seule à chaque dent. C'est ainsi que des molaires apparemment simples et à une seule racine pourtant, peuvent être le produit de la fusion de plusieurs dents qu'après s'être réunies par leurs couronnes se seraient fusionnées aussi par leurs racines, chaque molaire reprenant au terme de cette évolution l'apparence d'une dent simple. Ceci nous explique également l'anomalie apparente de certains mammifères possédant des dents canines à deux racines; ces dents seraient le résultat de l'union de deux parties distinctes, de deux dents différentes dont les racines seraient restées séparées, tandis que chez d'autres elles se sont fusionnées donnant à cette dent l'apparence d'une dent simple.» (AMEGHINO. *Filogenia*, p. 96-97. a. 1884.

Les paragraphes que nous venons de transcrire synthétisent la théorie de la formation des molaires compliquées des mammifères par la fusion de plusieurs dents simples. Nous avons exposé cette théorie en détail dans l'ouvrage auquel nous avons fait ces emprunts, et nous nous en sommes occupé après à plusieurs reprises. Dans notre ouvrage sur les mammifères fossiles de la République Argentine (*Contribucion al conoc. de los mamíf. fós. de la R. A.*, 1889) nous en avons fait l'application à la classification des mammifères et à la restauration de leur évolution phylogénétique.

Dans les recherches paléontologiques que nous poursuivons depuis si longtemps, l'application de cette théorie nous a permi de découvrir beaucoup de rapprochements que nous n'aurions pas soupçonné autrement, ce qui nous affirme dans la croyance qu'il y a en elle un grand fond de vérité.

La première idée de cette théorie ne nous appartient pas, — elle est même déjà assez vieille. Ce fut un auteur anglais, Corse, le premier qui supposa que les molaires des éléphants étaient formées par la fusion de plusieurs dents (¹); malheureusement il prit les lamelles comme représentants autants de dents différentes.

Dès 1840-45, le savant anglais Richard Owen fait remarquer que les molaires de certains mammifères ont l'apparence de représenter deux dents soudées; il ajoute qu'il y a des auteurs qui regardent quelques dents comme formées par la fusion de plusieurs dents primitivement séparées, mais il ne formule là dessus aucune opinion catégorique (²). Peu de temps après,

---

[1] Corse, *Memoir on the Teeth of the Elephant*. in *Philosophical Transaction*, London, 1799.

(²) «Certain molars in the Dugong, the *Mylodon* and the Zeuglodon, are so deeply indented laterally by opposite longitudinal grooves, as to appear to be composed of two cylindrical teeth cemented together, and the transverse section of the crown is bilobed.» (R. Owen, *Odontography*, p. 299.)—«In the progress of the formation of the large notched incisors *Amphisorex* . the summits of the tubercles are first son compatriote **Waterhouse** fut plus explicite quoiqu'il formula l'idée autrement [1].

De son còté, le savant paléontologiste français M. **Gaudry** a emis aussi dès 1878 (*Les enchaînements du monde animal. Mammifères tertiaires*, p. 54) l'hypothèse que les molaires compliquées des mammifères sont le résultat de la fusion de plusieurs dents simples, qu'il appelle des denticules, et il a pris comme devant représenter ces dents simples primitives, les tubercules ou pointes que l'on observe sur les couronnes des dents composées, mais sans en approfondir la question. D'après ces dernières publications (²) il paraîtrait qu'il a changé d'avis et accepté la théorie américaine de la complication graduelle de la dent simple primitive.

Tout dernièrement cette même hypothèse de la fusion de plusieurs dents simples pour former des dents composées a été défendue par MM. **Röse** et **Kukenthal**, lui donnant un point d'appui dans leur recherches embryologiques, mais en la donnant comme une théorie absolument nouvelle (³).

---

formed as detached points, supported upon the common pulp, and do not coalesce until the centripetal calcification has converted the pulp into a common dentinal base. Some anatomists have regarded the large incisor so formed as an agregate of two or three teeth.» (p. 418).

(¹) «In the Porpoises and Armadillos the teeth are often very numerous, but in there animals they are of a very simple form, and cannot by any difference of structure be divided into canines, false and true molars, etc. It has appeared to me probable that the simple teeth in question represent parts only of the more complicated teeth of others mammals.» (**Waterhouse**. *Natural History of the Mammalia*, vol. 1, p. 394).

(²) A. **Gaudry**, *Marche de l'évolution sur l'ancien et le nouveau continent*, in *Bulletin de la Société Géologique de France*, t. XIX, p. 1029 a. 1891.

(³) **Röse** C. *Ueber die Zahnentwickelung des Menschen*. in *Schweizerische Vierteljahrsschrit für Zahnheilkunde*. Band II, 1892.— Id. *Ueber die Entstehung und Formabänderungen der menschlichen Molaren*. *Anatomischer Anzeiger*. Band VII, 1892. — Id. *Zur Phylogenie des Saugethiergebisses*. *Biologische Centralblatt*. Band XII. a. 1892. —

Théorie de la formation des dents molaires des mammifères par la complication graduelle de la dent simple primitive. — Pourtant depuis quelques années une autre théorie s'est ouvert un chemin ; d'après elle, les dents compliquées des mammifères seraient le résultat d'une complication graduelle et toujours croissante du type de dent simple, conique ou pointue des reptiles. Cette théorie a été émise par les paléontologistes nord-americains (principalement par Cope) qui l'ont defendue (Osborn, Cope, Wortman, Scott, etc.), avec une très grande habilité; aujourd'hui elle est généralement acceptée.

Le point de départ est absolument le même que dans la théorie précédente. Les dents des premiers mammifères devaient être simples, coniques ou pointues comme celles de beaucoup de reptiles, les pointes des dents d'en bas alternant avec les pointes de celles d'en haut. Par une espèce de bourgeonnement, à ce cône primitive il s'y serait ajouté deux pointes accessoires, l'une en avant et l'autre en arrière, la dent présentant alors trois cuspides sur une même ligne longitudinale, forme ou stade appelé *triconodonte*. Par la pression en sens inverse des deux rangées dentaires, les deux cuspides accessoires auraient été rejetées un peu en dehors aux dents supérieures et en dedans aux dents inférieures; les trois cônes ou cuspides de chaque dent se seraient aïnsi disposés en forme de triangle et la couronne aurait pris un contour triangulaire; on appelle *triangulaires, trigodontes*, ou *trituberculaires*, les dents qui se trouvent dans ce stade.

Du type triangulaire ou trituberculaire dériveraient toutes les autres formes de molaires plus ou moins compliquées. Ainsi, le développement d'un talon transversal à la base de la partie postérieure de la couronne des molaires inférieures au-

Kukenthal W. *Ueber die Entstehung und Entwickelung des Säugethierstammes. Biologisches Centralblatt.* Band XII, a. 1892. — Id. *Ueber den Ursprung und die Entwickelung der Saugethierzähne. Yenaische Zeitschrift fur Naturwissenschaft.* Band XXVI, a. 1892.

rait donné origine à la forme de dent étroite ou tranchante en avant que l'on a nommée tuberculo-sectoriale, laquelle après se serait transformée dans la dent tranchante des mammifères carnivores, appelée carnassière.

Par le développement d'un cuspide sur le côté interne postérieur des dents triangulaires ou trituberculaires supérieures se seraient formées les dents du tipe quadrangulaire ou quadrituberculaire.

A la mâchoire inférieure le type quadrituberculaire se serait constitué par la formation d'un talon transversal à la base de la partie postérieure de la couronne, suivi de la disparition du tubercule antérieur.

Dans cette théorie, les racines ne jouent aucun rôle d'importance; elles se seraient formées par une division ou bifurcation qui se serait produite avant la complication de la couronne, puisque les racines se montrent déjà bien séparées dans le stade triconodonte.

D'après cette théorie, les molaires quadrangulaires procéderaient toujours des molaires triangulaires par une complication de celles-ci.

D'après la théorie opposée, de l'origine des molaires par la fusion de plusieurs dents simples, le type triangulaire serait souvent le résultat de l'atrophie ou simplification du type quadrangulaire, et les racines multiples de chaque dent représenteraient les racines non encore fusionnées des dents simples qui sont rentrées en fusion par leurs couronnes pour former les dents composées.

Dans les deux théories, les dents plus compliquées que le type quadrangulaire simple (à quatre cuspides principales) seraient le résultat d'une complication du type quadrangulaire quadricuspidé.

Voyons maintenant les preuves plus ou moins importantes que l'on peut apporter à l'appui de l'une ou l'autre de ces deux théories.

De l'ancienneté relative des deux types de molaires, triangulaire et quadrangulaire.—C'est dans la géologie et dans la paléontologie que l'on est allé chercher les arguments les plus solides en faveur de la théorie de l'origine des dents molaires par la complication successive et graduelle de la dent primitive simplement conique. Ses defenseurs prétendent que les types triconodonte et triangulaire sont plus anciens que le type quadrangulaire, et qu'ils prédominaient complètement à l'époque secondaire.

Pourtant, en y régardant de plus près, la préponderance, soit d'un type, soit de l'autre, n'a pas beaucoup d'importance dans la question.

C'est incontestable que le type triangulaire domine aux époques anciennes, mais celà est tout naturel, puisque étant une modification du type quadrangulaire il doit être nécessairement plus abondant; c'est une conséquence du principe formulé ailleurs, «que les formes modifiées (ou latérales) doivent être toujours infiniment plus nombreuses que celles qui se trouvent sur la branche centrale ou l'axe d'où divergent les branches latérales».

On pourrait répondre à cela, avec quelque apparence de raison, que le type quadrangulaire devrait être aussi rare à notre époque, tandis que c'est le contraire qui a lieu, puisque nous le voyons dominer, particulièrement chez les ongulés.

Mais cette contradiction n'est qu'apparente et disparaît aussitôt que l'on examine de plus près l'origine de ces types. Les mammifères primitifs à dents simples et pointues étaient certainement carnivores (ou insectivores) et il dévaient en être de même des premiers mammifères à dents composées descendant directement de ceux-là. Or, le type de denture quadrangulaire à couronne large et plus ou moins mamelonnée est à peu près incompatible avec le régime carnivore ; on comprend donc facilement pourquoi les premiers mammifères à dents composées de l'époque secondaire ont dû évoluer bientôt vers les types triangulaire et triconodonte, avec des dents plus ou moins tranchantes et par conséquent plus appropriées pour couper et déchirer. Ces mêmes types de denture triangulaire et triconodonte sont au contraire très défavorables au régime herbivore qui prédomine aux époques géologiques plus récentes ; voilà pourquoi les mammifères à dents quadrangulaires se sont multipliés d'une manière extraordinaire dès le commencement de l'époque tertiaire, en même temps que leurs dents devenaient encore plus compliquées.

Ce qui constituerait un argument plus serieux serait une plus grande ancienneté géologique d'un type sur l'autre. Mais dans ce cas aussi les faits ne favorisent pas du tout la théorie de la complication graduelle. Dans le plus ancien tertiaire d'Europe, à Reims (faune Cernaisyienne), à côte de quelques types à dents triangulaires, on trouve des ongulés comme le *Pleuraspidotherium* Lem. et l'*Orthaspidotherium* Lem., des carnassiers primitifs (Creodontes) comme l'*Arctocyon* De Blain. etc., à dents quadrangulaires, quadrituberculaires ou plus compliquées encore. Dans le plus ancien tertiaire de l'Amérique du Nord (formation du Puerco), à côté de nombreux genres à dents triangulaires (trituberculaires) il y a des ongulés comme le *Peryptychus* (¹) et le *Phenacodus*, des carnassiers primitifs (Creodontes) comme le *Mioclaenus*, des artocidatyles comme l'*Achnaedon* (des couches de Bridger) à dents nettement quadrangulaires et quadricuspidées. Dans la formation tertiaire ancienne de la République Argentine représentée par la formation santa-cruzienne de la Patagonie australe, les genres à dents quadrangulaires sont encore plus abondants et prédominent absolument.

Dans le crétacé le plus supérieur de Patagonie représenté par les couches à *Pyrotherium* contenant des nombreux mam-

---

(¹) Ce genre est donné comme ayant la denture au stade trituberculaire, mais tant que nous pouvons en juger par les dessins nous trouvons que les deux premières vraies molaires d'en haut et d'en bas sont nettement quadrituberculaires.

mifères, presque tous les genres sont aussi à molaires quadrangulaires.

Dans le crétacé supérieur (formation de laramie) de l'Amérique du Nord, les genres à dents compliquées, quadrangulaires et multituberculeuses, prédominent également sur ceux à dents triangulaires et trituberculeuses.

Dans le jurassique d'Europe et de l'Amérique du Nord, prédominent, il est vrai, les genres à dents triangulaires et triconodontes, mais on y trouve également des genres à dents rectangulaires et multituberculaires comme le *Plagiaulax*, le *Ctenacodon*, le *Stereognathus*, etc.

Les mammifères les plus anciens que l'on connaît proviennent du trias de l'Amérique du Nord, d'Europe et de l'Afrique australe.

De l'Amérique du Nord on n'en connaît que deux genres (*Dromotherium* et *Microconodon*) et leurs dents n'ont aucune ressemblance ni avec le type triangulaire ni avec le type quadrangulaire ; on a voulu y voir le commencement de la complication dentaire qui conduit du stade haplodonte au stade triconodonte. Devant bientôt revenir sur l'examen de la denture de ces deux genres, pour le moment nous nous contenterons de déclarer que nous ne le croyons pas.

Des couches d'Europe et de l'Afrique australe à peu près du même âge on ne connaît que des genres à dents quadrangulaires, rectangulaires et multicuspidées (*Microlestes*, *Tryglyphus*, *Trytylodon*).

La géologie et la paléontologie ne nous apportent donc aucun fait en faveur de la plus grande ancienneté des types triangulaire et triconodonte, sur le type quadrangulaire ou rectangulaire. Mais, si nous laissons de côté le *Microconodon* et le *Dromotherium* qui ne se rapportent à aucun de ces deux types, nous trouvons comme plus anciens, les genres à dents rectangulaires et multituberculées. Du reste, on verra bientôt que la denture des genres *Dromotherium* et *Microconodon*, au lieu d'être en voie de complication était au contraire en pleine évolution regréssive, c'est-à-dire en voie de simplification.

De la distribution des deux types dans la série des mammifères.—La distribution de ces deux types dans la série des mammifères, est de telle sorte, qu'elle ne permet pas de considérer la quadrituberculie comme un caractère acquis par une complication graduelle du cône simple primitif. Si cette complication était le résultat d'un dedoublement graduel de la couronne simplement conique, le degré de complication de la denture devrait être en rapport avec le degré d'évolution des différents ordres de mammifères ; on devrait trouver des groupes entiers dans le stade triconodonte, d'autres groupes au stade trituberculaire, d'autres au stade quadrituberculaire, etc. Ce n'est pas là le cas cependant ; laissant de côté les cétacés et les édentés à dents simples et généralement de même forme, nous trouvons les deux types, triangulaire et quadrangulaire, à côté l'un de l'autre à partir des marsupiaux jusqu'au primates, en passant par les carnivores, les herbivores, les insectivores, les rongeurs et les ongulés ; dans cette distribution il n'y a absolument rien qui ressemble à une complication graduelle de la denture à partir du type le plus simple constitué par la dent conique et pointue des reptiles. Toutes les formes de molaires ne semblent que des modifications d'un type déjà compliqué, produites par les différences dans le régime d'alimentation.

Au point de vue morphologique.—Les molaires plexodontes présentent une couronne plus ou moins compliquée et des racines multiples, mais tandis que celles-ci dépassent rarement le nombre de quatre, les cuspides, tubercules, plissements d'émails, etc., des couronnes peuvent arriver à des nombres beaucoup plus élevés.

Au moyen des formes fossiles on a pu s'assurer que chez quelques groupes, comme celui des éléphants, la complication des couronnes est d'origine relativement récente, et due à une augmentation dans le nombre de lamelles ou des tubercules. Chez d'autres ongulés, en étudiant des formes fossiles qui descendent les unes des autres on a pu suivre aussi la complication graduelle de certaines dents par l'addition successive de nouveaux tubercules, et on a cru trouver dans ces faits une objection décisive à la théorie de la fusion. Pour expliquer l'apparition successive de nouvelles cuspides, disent-ils, il faudrait admettre l'existence d'une reserve de dents coniques destinées à augmenter progressivement le nombre de cupides par leur fusion successive aux dents plexodontes existantes. Que cela n'est pas le cas, c'est évident.

Cette objection est en effet fondamentale en contre de la théorie de la fusion telle comme elle a été conçue par M. Röse mais non en contre de la même théorie telle comme nous l'avons originellement exposée. Nous avons demontré (*Filogenia*, pages 88 à 112) qu'après la fusion qui produisit les dents plexodontes, ces dents se sont tantôt compliquées davantage par la formation de nouveaux tubercules, tantôt se sont simplifiées par l'atrophie graduelle des cuspides, tubercules, etc., des couronnes. Nous avons toujours insisté sur ces changements d'une manière toute spéciale, car en notre qualité de paléontologiste nous avons examiné une quantité énorme de dents de presques tous les groupes de mammifères, et nous avons pu nous assurer de la grande facilité avec laquelle ces organes changent de forme par l'addition ou la supression des cuspides tubercules, plis d'émail, creux rentrants, vallées, etc., des couronnes

Nous ne partageons donc pas l'opinion d'après laquelle les molaires des multituberculés seraient le résultat de la fusion d'autant de dents simples que le nombre de cuspides que l'on voit sur leurs couronnes; le nombre de dents fusionnées ne peut être que de quatre ou cinq tout au plus pour chaque dent. La présence de ce genre de molaires dans le trias donne un point d'appui à la théorie de la fusion, parce que si ces dents étaient le résultat de la complication graduelle non seulement il faudrait faire remonter l'origine des mammifères à une époque excessivement éloignées, mais aussi l'on devrait trouver dans les terrains antérieurs au trias des nombreuses formes intermédiaires entre celle conique et celle multicuspidée. Pourtant, comme on n'en trouve pas, nous sommes porté à croire que les dents plexodontes se sont constituées par un procédé rapide comme serait celui de la fusion.

Nous observons aussi que tous les mammifères de l'époque secondaire ou plus récents qui se trouvent au stade triangulaire ou même triconodonte sont à dents avec des racines bien séparées; à la mâchoire inférieure les racines sont au nombre de deux pour chaque dent. La division de la base des dents en racines séparées se serait donc produite avant l'acquisition du stade triconodonte. D'après cette école, la bifurcation des racines aurait précédé la complication des couronnes (¹), puisqu'on les trouve déjà formées dans le *Dromotherium* et le *Microconodon,* genres dont les dents n'auraient pas encore atteint le stade triconodonte.

Si la bifurcation de la racine aurait vraiment précédé la complication de la couronne, il nous paraît que les dents dévraient être bien plus compliquées à leurs bases qu'à leurs couronnes, mais c'est précisement le contraire qu'à lieu, car il est bien facile de constater que les parties qui constituent les couronnes des molaires présentent infiniment plus de variations que les racines.

D'un autre côté, si les racines n'étaient que le résultat d'une complication graduelle, le produit d'un dédoublement de la racine unique, nous ne pouvons pas comprendre pourquoi il ne s'en serait pas formée également dans les dents des autres classes des vertébrés particulièrement des reptiles.

Il y a des nombreux genres de cette classe avec des dents à couronne assez compliquées; chez les formes herbivores

---

(¹) Osborn. *The structure and classification of the Mesozoic Mammalia,* p. 240-241, a. 1888.

éteintes cette complication est encore plus grande, sans que cependant on y trouve des racines séparées (¹). Le *Galesaurus* du trias de l'Afrique australe possède des dents dont les couronnes se trouvent au stade triconodonte, et pourtant ces dents ne montrent pas même de commencement de division en deux racines. Ces faits bouleversent complétement la théorie de la complication des racines par division ou dédoublement.

Mais si chez les reptiles on trouve des dents à couronne compliquée et à une seule racine, chez les mammifères on rencontre des dents (particulièrement les canines de plusieurs groupes) que tout en possédant deux racines bien séparées, sont à couronne simple et conique, sans le moindre vestige de complication. Nous ajouterons que la plus grande fréquence aux époques anciennes, de canines à deux racines, plaide également contre la théorie de la complication successive.

Les plus anciens mammifères parus contredisent aussi cette théorie. Laissant de côté les multituberculés ou Plagiaulacidés à dents compliquées qui sont on ne peut plus en contradiction avec ces idées, arrêtons-nous un instant aux *Stylacodontidae* (²) du jurassique. Nous savons que dans la généralité des mammifères, les dents postérieures sont à couronne plus compliquée que les antérieures et possèdent un plus grand nombre de racines, qui sont en outre plus divergentes. En général, la complication des dents diminue graduellement d'arrière en avant. Si la théorie de la complication progressive et du dédoublement des racines était donc vraie, il est tout naturel que cette complication et ce dédoublement a du commencer par les dents postérieures. Or la

---

(¹) Le *Triceratops* du crétacé de l'Amérique du Nord, serait une exception; mais il est possible qu'il ne s'agisse que de pseudo-racines, et non de vraies racines avec canal alimentaire indépendant; la forme de ces racines du moins d'après les dessins, nous paraît confirmer cette opinion.

(²) *Amblotheriidae*.

mandibule du *Stylacodon* du jurassique d'Angleterre et de l'Amérique du Nord a les dents antérieures avec deux racines très divergentes et une couronne assez éloignée du type conique primitif, tandis que les dents postérieures sont à couronne conique et ont les racines très rapprochées, parfois même fusionnées, ce qui est en contradiction avec la théorie. Nous sommes tellement loin de croire que les dents de ce genre étaient en voie de se compliquer que nous croyons tout à fait le contraire, c'est-à-dire qu'elles étaient en voie de se simplifier. Le *Dryolestes* représenterait un stade moins avancé dans cette même voie de simplification des couronnes et de la fusion des racines.

Les molaires supérieures quadrituberculaires typiques montrent à la couronne quatre tubercules, deux internes et deux externes, acquis d'après la théorie de la complication graduelle, dans l'ordre que nous avons indiqué plus haut. Mais les molaires d'un nombre considérable d'ongulés présentent deux autres tubercules intermédiaires plus petits considérés comme ayant été acquis après que ces dents avaient atteint le type quadrangulaire et quadrituberculé. Prenons un ongulé ancien au hasard, l'*Hyracotherium*, par exemple, à molaires persistantes quadrangulaires et à molaires de remplacement triangulaires. Ces dernières n'ont qu'un seul des deux tubercules internes des molaires persistantes, mais montrent déjà parfaitement développés les deux tubercules ou conules intermédiaires; ces dents auraient donc acquis ces conules avant d'atteindre la forme quadrangulaire. Ce fait contredit la théorie de la complication graduelle. Dans la théorie de la fusion cela s'explique facilement; ces sont des dents primitivement quadrangulaires qu'ont pris le type triangulaire par une simplification du côté interne suivie par la perte du tubercule antéro-interne et le déplacement vers l'avant du postérieur interne, la simplification n'ayant pas atteint ni les deux tubercules externes ni les deux conules intermediaires. L'*Hyracotherium* n'est pas une excepcion car nous pourrions faire mention de beaucoup d'autres genres anciens qui se trouvent dans le même cas.

Dans le genre *Pachynolophus* la dernière molaire de remplacement présente la même forme quadrangulaire que les molaires persistantes, avec les quatre tubercules principaux et les deux conules intermédiaires; c'est le même type que devait présenter la dent correspondante de l'*Hyracotherium* avant de perdre le tubercule interne-antérieur.

Qu'il en est ainsi, on en trouve la preuve dans la comparaison de la première dentition avec la deuxième. Chez presque tous les ongulés ayant la dernière dent supérieure de remplacement de forme triangulaire, la dent qui la précède et que par consequent représente le type primitif, c'est-à-dire la dernière caduque, est quadrangulaire comme la première molaire persistante. Dans le *Pachynolophus*, la quatrième caduque et la quatrième de remplacement ont la même forme quadrangulaire et le même type que la première persistante. Les *Proterotheridae*, les *Macrauchenidae*, les *Protypotheridae* et beaucoup d'autres formes fossiles se trouvent dans le même cas. Ces faits sont inexplicables par la théorie de la complication graduelle, mais s'accordent très bien avec la théorie de la fusion.

Voyons maintenant les deux genres de mammifères les plus anciens que l'on connaît, le *Dromotherium* et le *Microconodon* qui constituent le vrai cheval de bataille des partisans de la théorie de la formation des molaires compliquées par la complication graduelle des dents simples. D'après eux, ces deux genres seraient les plus imparfaits des mammifères et se rapprocheraient des reptiles; leur denture se trouverait dans un stade intermédiaire entre le type haplodonte primitif et le type triconodonte; en outre, leurs dents montreraient le commencement du dédoublement des racines.

Que l'on soit en présence de mammifères très inférieurs, cela nous paraît évident. Pourtant, pour ce qui regarde leur denture nous croyons qu'il s'agit de types qu'étaient déjà exces sivement spécialisés. Cette haute spécialisation nous paraît très évidente dans les caractères suivants :

a) Dans le nombre total de dents, qui est inférieur à celui que généralement présentent les mammifères jurassiques. Ce nombre est d'ailleurs très éloigné de celui que l'on trouve chez certains édentés et cétacés et par conséquent aussi de celui que devait présenter le premier mammifère;

b) Dans le nombre des incisives qui n'est que de trois, tandis qu'il est de quatre chez beaucoup de mammifères actuels; ce même nombre de quatre est également fréquent dans les mammifères jurassiques;

c) Dans la réduction du nombre des dents considérées comme prémolaires, ce nombre n'étant que de trois, tandis qu'il est de quatre chez la plupart des mammifères récents, et dans la presque totalité des mammifères jurassiques;

d) Dans la spécialisation des différentes catégories de dents; les molaires sont déjá bien différentes des prémolaires, la canine est bien développée, d'une forme toute particulière, et il en est de même des incisives;

e) Dans les diastèmes qui séparent les incisives les unes des autres et la longue barre qui sépare la canine des prémolaires;

f) En outre, la couronne des molaires est d'une forme toute spéciale, chaque dent présentant un cône central plus élevé et pointu, et deux ou même trois pointes accessoires à chacun de ses bords, antérieur et postérieur. Il en résulte que chaque molaire a de trois à cinq pointes placées sur la même ligne longitudinale. Or, comme le type triconodonte, n'a que trois tubercules ou pointes qui se succèdent d'avant en arrière, nous avouons que nous ne pouvons pas comprendre comment une dent à cinq pointes pourrait représenter un stade de l'évolution de la dent monocuspidée vers la dents tricuspidée ;

g) On a fait remarquer que ces dents n'ont pas de racines bien séparées de la couronne, et que la division de la racine est incomplète ou peu accentuée, ce qui indiquerait qu'elle était au commencement de la bifurcation. Nous sommes d'un avis absolument contraire. Le nombre de pointes accessoires et les hauteurs différentes où elles se trouvent placées, la diminution graduelle du nombre de ces pointes aux dents antérieures et la transition presque insensible des molaires aux prémolaires, tout cela nous fait croire que nous avons à faire à des dents qui étaient en voie de se simplifier et leurs racines sur le point de se fusionner; nous croyons aussi que ces dents étaient en voie de prendre la forme d'un fût allongé égal tout du long, et de devenir à croissance continue. Cette évolution était déjà accomplie dans les prémolaires, que nous croyons étaient à base ouverte et devaient être à croissance continue ;

h) La manière spéciale dont les dents sont pressées les unes aux autres, surtout les prémolaires, plaide également en faveur de notre opinion ;

i) Les premiers mammifères devaient être polyphyodontes ou du moins des diphyodontes parfaits avec la première denture bien développée et très lontemps fonctionnelle. Le *Dromotherium* et le *Microconodon* devraient donc présenter des traces de polyphyodontisme ou du moins un diphyodontisme très accentué; pourtant ils ne montrent rien de semblable, et en plus les caractères susmentionnés nous font croire que ces animaux avaient déjà atteint le stade monophyodonte. Ces genres sont donc bien éloignés de la souche primitive des mammifères.

Nous ajouterons encore, qu'a notre époque, spécialement chez les Pinnipèdes, nous avons des exemples de simplification dentaire à peu près semblable à ceux des deux genres en question. Le genre *Halichoerus* est au stade triconodonte, c'est-à-dire à denture un peu moins simplifiée que celle du *Dromotherium*. Le genre *Calorhinus* est au contraire dans le stade haplodonte; dans son évolution vers la simplification, il a dépassé les deux genres triassiques dont nous nous occupons.

Le *Dromotherium* et le *Microconodon* seraient donc deux genres à denture déjà très specialisée et simplifiée par une évolution régressive. C'est à quoi l'on devait s'attendre, car, étant donné le nombre infiniment plus considérable des branches latérales ou formes modifiées de la tige centrale, se serait un grand hasard que les deux premières formes trouvées dans le trias américain fussent précisement de celles qui doivent se trouver sur le prolongement de la ligne centrale directe qui conduit aux mammifères modernes.

Nous avons voulus nous occuper avec quelques détails du prétendu point de départ, mais nous ne nous arrèterons pas à examiner au même point de vue la denture des différents groupes des mammifères; il suffit d'avancer qu'il serait pour nous toujours facile de faire dériver du type quadrangulaire, les types triconodonte, trigodonte et triangulaire ou trituberculaire.

Au point de vue ontogénique. — On a cherché des preuves en contre de la théorie de la fusion, dans le développement embryologique. Les objections peut-être les plus sérieuses sont celles du Dr. Wortman et ont d'autant plus de valeur qu'elles viennent d'un des odontologistes de plus de mérite. Si la théorie de la fusion est vraie, il se demande pourquoi au commencement de la formation de chaque dent on ne trouve qu'une seule papille dentaire au lieu de plusieurs, et pourquoi l'organe de l'émail se présente comme un *diverticulum* simple de la lame dentaire. M. Wortman a raison ; chaque molaire plexodonte prend origine dans une papille qui, du moins apparemment paraît être simple. Pourtant, d'après M. Röse, la formation mésodermique qu'en forme de pilier pénètre dans la cloche de l'organe adamantin pour constituer après la pulpe dentaire, prendrait origine dans plusieurs papilles que dès leurs premier commencement se confondent dans un seul corps papillaire.

Mais admettons que l'on n'arrive pas à découvrir la formation de la papille dentaire des dents plexondontes par la réunion de plusieurs papilles ; cela ne suffirait pas à démontrer que la théorie de la fusion soit fausse. Le développement embryologique c'est bien une recapitulation du développement phylogénétique, mais pour que les caractères soient reincorporés et visibles dans l'embryon il faut qu'ils aient été fonctionnels pendant la vie de l'individu ou qu'ils aient apparus pendant la vie extra-utérine. Tel n'est pas le cas de la formation des dents plexodontes, car, comme nous le verrons à la suite, ce ne sont pas les dents complétement développées qui se sont fusionnées sinon les germes dentaires. La fusion a eu lieu faute de place, probablement à l'époque même de la formation des papilles, c'est-à-dire précisement au point de départ ; il est donc tout naturel que l'on ne doit pas les trouver séparées ou seulement d'une manière imparfaite et excessivement fugace.

Dans les dents plexodontes, chacune des cuspides qui constituent la couronne, se calcifient indépendemment ; la calcification commence por le sommet de chaque cuspide et avance graduellement vers la base jusqu'à ce que les différentes parties se fusionnent ne formant plus qu'une seule dent à plusieurs cuspides. D'après M. Röse, chaque cuspide seraient homologue d'une dent simple haplodonte commes celles des reptiles; leur calcification indépendante et leur fusion posterieure pendant le développement embryologique serait une repétition du développement phylogénétique et par conséquent une comprobation de la théorie de la fusion.

MM. Schlosser et Wortman ont combatu cette manière de voir avec vivacité, en comparant ces différents centres de calcification des molaires compliquées aux différents centres d'ossification du squelette. Avec une semblable théorie, dit M. Schlosser, ont pourrait également affirmer que les os des extrémités sont formés par la fusion de trois os distincts puisqu'ils s'ossifient par trois parties indépendantes qui ne se fusionnent que plus tard. M. Wortman aussi compare cette calcification indépendante des cuspides dentaires aux centres d'ossification des os longs des mammifères. L'humérus de l'homme, dit-il, commence à s'ossifier au moins par sept points différents et le fémur par cinq, qui aparaissent les uns après les autres, mais cela n'indique pas que ces os soient formés par autant de pièces distinctes; aucun antécesseur de l'homme, aucun mammifère n'a pas eu un fémur de cinq ou un humérus de sept os différents.

Nous ne pouvons concorder avec l'opinion de ces naturalistes distingués, car il nous paraît qu'en appliquant le même jugement nous pourrions dire aussi que le crâne n'est formé que par un seul os. Les parties épiphysaires des os longs sont bien des parties distinctes des diaphyses, et la preuve en est que dans les vertébrés inférieurs les parties qui leur sont homologues restent à l'état cartilagineux. Le fémur des mammifères c'est bien un os formé par cinq os différents; ce qu'il y a c'est qu'ils n'ont jamais été indépendants ou n'ont pas été fonctionnellement séparés. Les phalanges aussi sont formées par trois os distincts, car, quoique chez la plupart des mammifères elles n'aient jamais été fonctionellement séparés, chez quelques uns se sont désunis pour constituer autant d'os indépendants. Le ralentissement toujours progressif de l'époque de fusion des parties épiphysaires des phalanges termina par leur séparation complète, donnant origine à l'hyperphalangie des cétacés. L'hyperdactylie des plesiosauridés a probablement la même origine. On ne peut dire que les epiphyses soient le résultat de la complication des diaphyses, — ce sont bien des parties originellement distinctes. La seule différence entre les cuspides des dents plexodontes et les parties épiphysaires des os longs, est que les cuspides ont probablement fonctionnés comme des dents différentes qu'après se sont fusionnées, tandis que les parties épiphysaires des os longs n'ont jamais fonctionnés d'une manière distincte ou autonome.

Chacune des vertèbres d'un mammifère complétement adulte ne forme qu'un seul os, que dans son développement s'ossifie par plusieurs points correspondants à autant de parties qu'autre fois étaient séparées; au contraire de ce qu'on a dit du fémur ou de l'humérus, ont peut rappeller l'existence de nombreux vertébrés inférieurs dont les vertèbres étaient constituées par un assemblage de plusieurs parties osseuses complétement distinctes pendant toute la vie.

Quoique ne trouvant pas fondées les objections que nous venons de réfuter, et tout en reconnaissant l'importance des observations de Röse sur les centres de calcification des dents compliquées, nous faissons à ce sujet nos reserves jusqu'à posséder de plus amples renseignements. Nous avons nos raisons pour croire que la calcification de tous les tubercules, mêmes de ceux qu'évidemment'sont d'origine récente et le resultat d'une complication graduelle (exemple, les trois cuspides des incisives non encore usées de l'homme) commence toujours par le sommet. Mais, s'il résultait qu'il n'en est pas ainsi, la calcification des molaires plexodontes autour de plusieurs centres indépendants constituerait une des plus fortes preuves en faveur de la théorie de la fusion.

Dans ces travaux, M. Röse a établi aussi que les cuspides d'une même dent apparaissent non simultanément sinon successivement, et il a déterminé avec le plus grand soin, leur ordre d'apparition successive dans l'embryon comme constituant une nouvelle preuve que les dents plexodontes sont le résultat de l'addition et la fusion successive de plusieurs dents simplement coniques. M. Osborn fait remarquer qu'avec une ou deux seules exceptions, l'ordre de succession embryologique est le même que celui de l'ordre d'addition de nouvelles cuspides déterminé d'après l'étude morphologique des dentures des types fossiles au point de vue de la théorie de la complication, fournissant une nouvelle preuve en faveur de celle-ci.

D'après ce parallelisme se sont les cuspides antérieures externes qu'apparaissent les premières et les postérieures internes les dernières, succession que dans la théorie de la fusion ne pourrait se produire autrement, puisque c'est l'ordre naturel d'après lequel s'effectue le développement de la denture. Il est très facile d'observer que chez les dauphins les dents se développent successivement d'avant en arrière, et l'on peut facilement s'assurer que cela est vraie pour tous les mammifères. Chacune des dents composées prise isolement, évolue aussi d'avant en arrière ; on voit cela très bien sur les grandes molaires des éléphants, chaque dent ayant la partie postérieure encore cachée dans la mandibule tandis que la partie antérieure est déjà fortement ataquée par la mastication. L'ordre de fusion des denticules doit nécessairement avoir suivie l'ordre d'apparition des dents, et c'est pour cela que les cuspides de chaque dent apparaissent d'avant en arrière et du côté externe à l'interne, ce qui concorde parfaitement avec la théorie de la fusion.

D'ailleurs, l'ontogénie, contredit aussi la théorie de la formation des dents plexodontes à racines multiples, par le dédoublement et la complication progressive de la dent conique primitive ; du moins le développement embryologique n'en fournis pas de preuves à l'appui.

Si cette théorie fût vraie, le développement embryonnaire des dents devrait nons présenter tous les stades de cette évolution ; premièrement un simple germe conique qu'après devrait se dédoubler successivement, d'abord à la couronne pour former les cuspides et après à la base pour produire les racines.

Pourtant, le développement embryologique s'effectue d'une manière bien différente. Quand le développement embryonnaire est déjà un peu avancé, l'épithelium de la cavité buccale forme sur le bord dentaire des gencives un plie qui s'enfonce dans la profondeur des mâchoires, qu'alors sont encore en partie cartilagineuses. Ce replie ectodermique reçoit le nom de lame dentaire, et sa face externe prend le nom de face adamantine. Par une espèce de bourgeonnement de la lame dentaire il se forme sur sa face adamantine des petites protubérances qui prennent bientôt la forme de calottes ou cloches creuses en dessous, et dont le nombre est égal à celui des dents de chaque série ; ces calottes sont les organes adamantins destinés à produire la couche d'émail. Au-dessous de chaque calotte se forme une espèce de bouton d'origine mésodermique (papille dentaire) ; à mesure que la calotte grandit et que le creux d'en dessous devient plus considérable, le bouton ou pilier mésodermique se prolonge en forme de cône et occupe la cavité de la dent en formation produisant la pulpe dentaire. La calotte dentaire produit sur sa face interne la couche d'émail, tandis que le cône mésodermique transformé dans la pulpe, produit dans sa face supérieure et externe en contacte avec l'organe adamantin ou avec l'émail la partie osseuse qui vient en dessous. Plus tard, la formation de la denture continuant au-delà des limites de l'organe adamantin se produit la formation des racines.

Nous n'avons pas besoin de rentrer dans plus de détails. Il nous suffit de faire remarquer, que dans les dents simples et coniques, l'organe adamantin à la forme de cloche, mais il n'en n'est pas de même dans les dents compliquées; les germes de ces dernières présentent dès leur commencement une complication de la lame dentaire qui donne origine à un organe adamantin offrant à sa surface interne les reliefs principaux que plus tard présentera la couronne définitive. Dans les dents simples, la première déposition de la dentine se fait à la surface du sommet du cône de la pulpe. Dans les dents composées, la pulpe, au lieu de présenter la forme de cône, montre plusieurs protubérances correspondantes à celles de l'organe adamantin et de la couronne de la dent définitive; la première déposition de la denture ne se produit pas sur toute la surface de la pulpe à la fois sinon sur les sommets de ces protubérances qui paraissent correspondre à autant de parties primitivement séparées. Après, le dépôt descend progressivement jusqu'à que ces différents îlots se réunissent par leur base et ensuite l'ossification envahit toute la dent. La pulpe conique des dents simples est produite par le développement d'une seule papille dentaire mésodermique, tandis que la pulpe des dents composées, d'après les dernières recherches embryologiques, se développerait par plusieurs papilles qui se fusionnent, ces papilles correspondant à autant de racines et à autant de dents primitivement distinctes. Les racines n'existent pas durant la période embryonnaire, mais sont représentées par les vaisseaux nourriciers correspondants dont le nombre est égal à celui des dents primitivement séparées. Les racines n'apparaissent que plus tard, toutes à la fois et se développent séparémment les unes des autres; *nulle part on ne voit le dédoublement d'une racine.*

Le développement embryologique contredit donc absolument la théorie de la complication successive de la couronne des molaires compliquées à partir de la dent conique primitive, et contredit également la partie de la même théorie qui veut que les racines multiples ne soient que le résultat du dédoublement successif de la racine unique primitive.

Nous verrons bientôt, que le développement ontogénique fournit contre cette théorie d'autres arguments encore bien plus importants.

Les racines des dents. — Pour l'étude de l'origine des dents compliquées des mammifères, les racines ont une importance capitale, que malheuresement a été méconnue jusqu'aujourd'hui.

La racine c'est la partie de la dent dépourvue d'émail qui s'implante dans l'alvéole, et s'amincit graduellement vers le bout jusqu'à términer dans une pointe présentant une petite ouverture par ou passent l'artère et le nerf dentaire; parfois, dans la vieillesse et dans certains groupes, cette ouverture s'oblitère, mais l'intérieur de la racine conserve toujours les vestiges de la cavité de la pulpe. Généralement, les dents de couronne simple ou conique, n'ont qu'une seule racine, mais les dents à couronne plus ou moins compliquée peuvent avoir deux, trois, ou même quatre racines séparées.

Les dents qui dans toute leur longueur conservent la même forme et dont le bout opposé à la couronne est largement ouvert, présentant un creux qui pénètre profondement dans l'intérieur, n'ont pas de racines; ces dents sont à croissance continue et leur base reste toujours complétement ouverte.

C'est un fait incontestable, que les couronnes des dents *peuvent se compliquer par la formation de nouveaux plis et tubercules* et peuvent aussi se *simplifier par la fusion et l'atrophie* de ces mêmes parties. Il en est de même de la partie opposée à la couronne; entre les racines ou dans le parcours de celles-ci, il peut s'y former des protubérances ou des expansions, simulants des racines, qui sont particulièrement fréquentes chez les animaux à dents compliquées et tuberculeuses comme les suidés. Ces protubérances, qui ne sont pas rares dans les dernières molaires de l'homme, se distinguent des vraies racines par leur bout non perforé, et quand parfois elles sont creuses il ne s'agit que de dilatations de la cavité de la pulpe términant toujours en cul-de-sac.

La division de la base des dents de lait de certains edentés (*Tatusia*) produite par la poussée de la dent de remplacement constitue un autre genre de fausses racines.

Il faut aussi faire une distinction entre les dents à une seule racine, et les dents à deux ou plusieurs racines. Il n'est pas toujours facile d'établir si une dent est pourvue d'une racine unique, ou de deux racines distinctes. Chez quelques mammifères et surtout dans certains cétacés (*Fontoplanodes, Platanista, Ischyrorhynchus*) la racine unique s'allonge d'avant en arrière et s'aplatit de telle façon que les deux coins, antérieur et postérieur, un peu allongés, simulent deux racines séparées ; pourtant, la cavité de la pulpe n'est pas divisée, et la perforation du bout de la racine reste toujours unique jusqu'à l'époque ou elle s'oblitère complétement. C'est probablement à des fausses racines de ce genre que l'on devra rapprocher les racines dites séparées des dents postérieures du genre de reptiles du crétacé nord-américain, que l'on a nommé *Triceratops.*

Il y a encore une autre condition, très fréquente chez les mammifères que l'on doit la considérer aussi comme représentant des pseudo-racines. Les dents de cette catégorie, montrent au-delà de la partie émaillée une partie sans émail, souvent très longue, mais qui ne se rétrécie pas, conservant la même largeur ou même devenant plus large vers le bout, toujours largement ouvert. Les dents avec des pseudo-racines de cette forme, sont en général de dentition polyphyodonte.

Nous sommes maintenant en état d'examiner avec plus de profit, l'explication qu'on a donné de la formation des racines.

Nous avons vu que les paléontologistes qui prétendent que la complication de la couronne des molaires s'est produite par la complication graduelle de la dent haplodonte primitive, expliquent la formation des racines multiples par la division ou complication graduelle de la racine simple primitive. On a vu également que, d'après eux, la complication de la racine aurait précédé la complication de la couronne (¹).

Pour que cette théorie eût une base solide on aurait dû commencer en donnant une explication de la formation de la racine unique, ou de la cause qui produit les racines en général ce qui n'a pas été fait.

Il est vrai qu'on a présenté le *Dromotherium* comme étant un mammifère chez lequel les racines des dents étaient en voie de bifurcation, mais nous avons déjà eu l'occasion de manifester que nous croyons tout le contraire, puisque d'après nous ces racines auraient été en voie de fusion et les dents en voie de se transformer en dents à croissance continue.

On a cherché aussi des preuves de la formation des racines multiples par dédoublement chez certains reptiles éteints. Le

---

(¹) En réalité ils prétendent que la complication de la couronne a précédé celle de la racine, mais les faits se présentent comme s'il en était autrement. Le *Microconodon* et le *Dromotherium* ont des dents à couronnes qui n'auraient pas encore atteint le stade triconodonte tandis que les racines sont déjà presque séparées. La dent canine de la plupart des genres jurassiques est à couronne simple et à deux racines, non seulement bien distinctes mais aussi avec leurs bouts très séparés. En outre dans le *Dimetrodon* qu'on nous présente comme ayant des dents avec les racines en voie de dédoublement, les couronnes restent simples.

Dimetrodon, reptile du groupe des *Theromora*, présenterait des dents avec un commencement de la bifurcation de la racine en deux. Un des exemplaires figurés, montre sur sa moitié inférieure qui représenterait la racine, deux sillons ou dépressions perpendiculaires opposées, qui seraient le commencement de la bifurcation. Un autre exemplaire montre ces sillons si accentués, que la cavité de la pulpe paraît divisée en deux parties : pourtant, il est possible que cela ne soit qu'une apparence, et que les deux cavités soit en communication; il ne s'agirait que d'un étranglement et non d'une véritable division.

N'importe comment, on trouve des compressions et des sillons semblables sur les dents de plusieurs reptiles actuels, sans que ces étranglements abutissent jamais à former des vraies racines.

Il y a encore une autre considération d'une grande portée; les dents du *Dimetrodon*, non seulement ne se rétrecissent pas à leur bout opposé à la couronne, sinon que ce bout est très largement ouvert. Ces dents ne possèdent donc pas de vraies racines et on ne peut les présenter comme offrant une preuve de la formation des racines multiples par le dédoublement de la racine primitive, car il faudrait admettre que la bifurcation de la dent pour former deux racines distinctes aurait précédé la formation de la racine unique.

Les dents des animaux polyphyodontes n'ont pas de racines avec les bouts fermés. La presque totalité des reptiles ont des dents destinées à être remplacées plusieurs fois, c'est-à-dire des dents à denture polyphyodonte; or, nous verrons bientôt que la formation de vraies racines n'est possible que chez les vertébrés qui ont atteint le stade diphyodonte. Chez les animaux qui ont atteint le stade monophyodonte et dont les dents sont devenues à croissance continue, la formation de racines n'est plus possible; dans ces dents il pourra s'y produire l'étranglement et même la division de la cavité de la pulpe (*Orycteropus, Hydrochoerus*), mais il n'y aura pas de formation de vraies racines.

Les dents du *Dimetrodon* se trouvent dans ce dernier cas. Dans ce genre comme dans la plupart des *Theromora*, la denture avait atteint le stade monophyodonte; s'il y avait d'autres séries de dents elles n'étaient pas fonctionnelles. Les dents en fonction persistaient pendant toute la vie bien que leur état à croissance continue n'était pas encore si parfait que chez les édentés.

Les faits contredisent d'une manière absolue, la théorie de la formation des racines multiples par le dédoublement d'une racine unique supposée primitive. Nulle part, on ne trouve des cas que l'on puisse présenter comme des exemples de la formation de racines par division. Au contraire, nous verrons tout à l'heure, que les racines sont en voie de fusion, de reduction ou d'atrophie dans toute la classe des mammifères.

De la cause qui produit la formation des vraies racines a bout conique. — Prenons d'abord une dent simple à racine unique. Durant la période embryonnaire, le premier développement de la partie mésodermique prend naissance dans une papille *unique* à laquelle aboutit *une seule* branche arterielle. Cette papille se développe, pénètre dans la calotte de la lame dentaire qui constitue l'organe adamantin et se transforme dans la pulpe dentaire; la branche arterielle se prolonge en conséquence et se ramifie dans l'intérieur de la pulpe; cette branche avec la veine correspondante est toujours accompagnée d'un nerf de la branche dentaire. Quand l'organe adamantin a formé la calotte d'émail de la couronne, l'épithelium qui en recouvre la face externe, dernier vestige de la lame dentaire, continu à croître au-delà de la limite de la couche d'émail, enveloppant la pulpe et formant autour de celle-ci comme un moule dans l'intérieur du quel viendra se déposer la masse de dentine qui constituera la racine.

A ce stade, toute communication entre la dent et la lame dentaire est interrompue, et la dent, ainsi que l'épithelium qu'entoure la partie de la pulpe qui s'étend au-delà de l'émail, sont nourris exclusivement par les ramifications de l'artère de la pulpe sus-mentionnée. Lorsqu'au moyens des cellules de la dentine (odontoblastes) la zone supérieure et externe de la pulpe dentaire a formé l'ivoire qui couvre toute la face interne de la calotte d'émail, la formation de l'ivoire continu au-delà, sur la surface interne de l'épithelium latéral de la pulpe qui lui sert comme de moule. A mesure qu'avance le dépòt de dentine la gaîne épitheliale de la pulpe croît aussi vers le bout allongeant graduellement la racine. Chez certains animaux la pulpe est persistante et se renouvelle pendant toute la vie fournissant les matériaux à la croissance de la gaîne épitheliale, de sorte que le bout de la racine reste toujours ouvert. Mais chez la plupart des mammifères la pulpe diminue avec l'âge se produisant toujours en moindre quantité; il y a une diminution dans l'apport de matériaux par la branche artérielle et par conséquent un ralentissement de plus en plus grand dans la croissance de la gaîne épitheliale; cette dernière se rétrécie graduellement jusqu'à finir en un bout ou pointe conique avec un petit trou par ou passent la branche arterielle et le nerf dentaire qui vont à la masse de la pulpe qui reste reduite et enfermée dans une cavité à l'intérieur de la racine. Avec l'âge cette perforation s'oblitère et la dent reste complétement isolée, ne jouant plus dans la mâchoire d'autre rôle que celui d'un clou enfoncé dans une planche.

Chez les animaux polyphyodontes, les crocodiles, par exemple, il n'y a pas de formation de vraies racines à bout conique parce que les dents se renouvelent avec trop de fréquence: celle qui pousse au-dessous déloge celle qui est au-dessus sans lui donner le temps de compléter sa racine au moyen du prolongement de la gaîne épitheliale.

Chez les animaux pourvus de dents à croissance continue, il n'y a pas de formation de racines parce que la pulpe ne diminue jamais; au fur et à mesure que les dents s'usent par les couronnes poussent par leur bases qui restent toujours ouvertes pour loger la pulpe; c'est de celle-ci que les dents et les gaînes épitheliales tirent les matériaux nécessaires à leur développement, tandis que les branches artérielles dentaires apportent continuellement à la pulpe les substances destinées à entretenir ce renouvelement.

Ainsi, la formation de vraies racines à bout conique, est due du moins apparemment, à un rétrécissement et à une diminution progressive de la pulpe, produite par une diminution graduelle des substances nourrissantes qu'apporte l'artère dentaire. Mais celle-ci n'est qu'une cause secondaire. Dans la dent de lait, la pulpe est graduellement absorbée par le développement de la dent de remplacement qui finit par couper sa communication avec la branche arterielle dentaire. Dans la dent de remplacement le même phénomène est produit par un rétard dans le développement et la chute de la dent de lait, ce qui retarde également l'apparition de la dent définitive, tout en continuant la calcification de sa base qui termine par entourer de matière solide la branche artérielle dentaire, formant ainsi la racine. Les deux phénomènes, dans la dent de lait et dans la dent de remplacement, sont concomitants et dépendants l'un de l'autre. C'est pour cela que chez les mammifères dont les dents de lait sont longtemps en fonction et dont la chute en est très tardive, ces dents possèdent des racines très fortes et très longues qui ont pu se former par le grand retard correspondant dans le développement des dents de remplacement.

Dans les dents composées pourvues de plusieurs racines, les choses se passent absolument de même, avec le seule différence que le développement de chaque racine s'accomplit de la même manière que celui de la racine de la dent simple, comme si les racines correspondaient à autant de dents simples fusionnées. La pulpe au lieu de se développer par une seule papille mésodermique, prend origine dans plusieurs papilles qui se fusionnent et dont le nombre est égal à celui des futures racines ; chaque papille a sa branche arterielle indépendante, que plus tard sans se fusionner pénètrent dans la pulpe, se ramifient et s'anastomosent les unes aux autres. L'épithelium fourni par la lame dentaire croît aussi au-delà de la calotte d'émail et enveloppe la partie de la pulpe inmédiate, mais en avançant, le fourreau épithelial se bifurque formant une gaîne indépendante pour chaque branche arterielle et la partie de la pulpe correspondante. La dentine, après avoir couvert la surface du creux de la calotte d'émail, au lieu de continuer à se déposer autour de la surface d'une cavité épitheliale unique se dépose autour de l'intérieur de chacune des gaînes épitheliales qu'enveloppent les branches arterielles. Du reste, la marche de l'ossification de chacune des racines d'une dent composée est absolument la même de celle qui suit la racine d'une dent simple.

Dans la pulpe de l'embryon de la dent destinée à avoir plusieurs racines, au lieu d'y pénétrer une seule branche primaire de l'artère dentaire et un seul nerf dentaire, il y a autant de branches arterielles et de nerfs que le nombre de racines qui doit porter la dent arrivée à son développement complet.

Bref : aussi bien dans les dents à une seule racine, que dans celles qui en portent plusieurs, la formation des racines est toujours due à une diminution graduelle de la pulpe dentaire et à une diminution progressive dans l'apport par la branche dentaire des matériaux destinés au renouvellement. Ce ralentissement dans l'apport des matériaux est dû : pour les dents de lait, au développement de la dent de remplacement qui envahit la pulpe, l'absorbe ou atrophie et fait disparaître l'artère qui la nourrit ; pour les dents de remplacement, à un rétard dans le développement, produit par la chute tardive de la dent de lait correspondante. Le ralentissement dans la nutrition de la pulpe, amène la calcification graduelle de celle-ci suivie après de celle de la péripherie de l'artère dentaire (1).

---

(1) On pourrait objecter que les vraies molaires chez les mammifères ne sont ni précédées ni suivies par d'autres dents et cepandant montrent presque toujours des vraies racines.

Dans la dent uniradiculée il ne s'y forme qu'une seule racine parce qu'il n'y a qu'une seule branche primaire de l'artère dentaire; dans les dents multiradiculées, il s'y forme autant de racines comme il y a de branches primaires de l'artère dentaire.

Le fait capital à retenir, c'est que les branches de l'artère dentaire, dans leur apparition précèdent la formation des racines. Or, si la théorie qui veut que les racines multiples soient le résultat d'un dédoublement de la racine unique primitive, était vraie, le développement embryologique devrait montrer d'abord l'apparition des racines, et après la formation des branches arterielles destinées à les nourrir, c'est-à-dire précisement le contraire de ce qui arrive. D'après la même théorie il faudrait admettre que la formation de chaque nouvelle racine est suivie de la formation d'une nouvelle branche de l'artère dentaire; or, à part que cela est en contradiction avec le développement embryologique, on peut se demander à quoi pouvait servir une nouvelle branche arterielle, puisque la formation de racines indique le rétrécissement de la pulpe, et qu'a mesure que les racines avancent, l'apport de matériaux diminue et l'artère dentaire s'atrophie. La contradiction ne peut être plus grande.

Mais supposons un instant, que le développement d'une dent en voie de s'hypertrophier exigeât une augmentation dans

Nous ne trouvons au contraire en cela qu'une nouvelle confirmation de notre théorie. Comme nous le verrons plus loin, au point de vue phylogénétique, les dents monophysaires doivent avoir été avant diphysaires, et à une époque encore plus éloignée devaient être polyphysaires. La présence de racines indiquerait donc qu'a une autre époque les vraies molaires ont du être précédée par une autre série de dents. Le genre *Tatusia* qui présente le remplacement des dents correspondants à la région des vraies molaires, confirme cette hypothèse. En outre, on a trouvé dans les embryons de plusieurs mammifères des vestiges d'une deuxième série de dents, de sorte que l'on doit admettre comme un fait acquis, que l'état monophysaire de ces organes est une acquisition relativement récente.

l'apport des matériaux nourrissants; il est tout naturel de penser que l'augmentation se produirait par la branche artérielle existante qui deviendrait plus forte, mais on conceverait difficilement pourquoi se partagerait-elle en plusieurs branches.

D'ailleurs, chez les mammifères, nous voyons que toutes les dents simples qui ont un grand développement ou qui sont à croissance continue, n'ont qu'une seule branche arterielle dentaire dont la grosseur est en rapport du développement de l'organe qu'elle doit nourrir et renouveler.

Nous voyons aussi que chaque dent simple, à racine unique, commence à se calcifier par un seul point qui correspond à la cuspide, et qu'elle est nourrie par une seule branche arterielle qui donne origine à une seule racine, cette branche arterielle unique correspondant à la papille dentaire unique qui a donné origine à la dent.

Dans les dents à racines multiples, le développement s'effectue comme si elles étaient formées par l'union de plusieurs dents simples, auparavant distinctes.

Prenons comme exemple une dent tuberculeuse, à quatre tubercules et à quatre racines séparées comme les molaires inférieures des suidés. Nous verrons que le durcissement (calcification) de la dent commence par quatre points distincts qui correspondent exactement aux cuspides des quatre tubercules; l'ensemble de l'embryon dentaire est nourrit par quatre branches distinctes de l'artère dentaire, qui correspondent une à chaque tubercule, et ces quatre branches donnent origine à quatre racines séparées qui correspondent aux quatre tubercules de la couronne, chacune des quatre racines portant aussi son nerf dentaire indépendant. Remarquons encore, en passant, que la disposition de la structure de la dentine et la direction des parties qui la composent par rapport aux branches de l'artere dentaire est absolument la même que l'on observe dans les dents uniradiculées, et que ses quatre branches arterielles primaires indiquent que la dent s'est développée par quatre papilles dentaires qui se sont fusionnées.

On est donc en droit légitime de penser, que la complication des molaires est le résultat de la fusion de plusieurs dents simples, que les racines de ces dents composées représentent les racines des dents simples qui sont entrées en fusion, que le nerf dentaire de chacune de ces racines représente le nerf dentaire que possédait la dent simple correspondante avant de se fusioner, et que chacune des branches artérielles qui nourrit chaque racine d'une dent composée, représente la branche artérielle qui nourrissait la racine unique de la dent simple primitive. D'un autre côté, le nombre de papilles dentaires qui donnent origine à une dent composée est égal à celui des dents simples primitives qui sont rentrées en fusion et par conséquent correspond aussi au nombre des branches artérielles et au nombre de racines.

Cette théorie concorde à la fois avec tous les faits ontogéniques et morphologiques que nous avons examinés, et avec ceux que nous aurons l'occasion de mentionner à la suite.

COMMENT S'EST PRODUIT LA FUSION DES DENTS SIMPLES.—Si chez les anciens mammifères, la fusion de dents simples pour former les dents composées aurait eu lieu à l'âge adulte, dans le développement embryonnaire nous devrions voir, d'abord, les dents simples primitives, et après le fusionnement de ces organes. Pourtant, nous avons vu que les choses ne se passent pas ainsi ; l'embryon dentaire présente à sa surface l'ébauche de la complication de la dent complètement formée. Nous devons en conclure, que la fusion des dents simples chez les anciens mammifères s'est produite pendant la période fœtale, c'est-à-dire que ce sont les embryons des dents simples primitives qui se seraient fusionnés.

Les cas de fusion des dents, ne sont pas rares dans la série des vertébrés et sont mêmes très fréquents chez les batraciens anoures ; la fusion s'accomplie de très bonne heure dans les dents à l'état embryonnaire, lesquelles faute d'espace pour bien se développer, se pressent et se soudent les unes aux autres.

Chez les mammifères, on observe quelque chose de semblable avec les petites dents fœtales des baleines, qui se reunissent par paires, formant des dents composées par deux parties soudées, chacune conservant sa pulpe dentaire indépendante et sa branche artérielle distincte. Ces dents se trouvent placées au fond d'un sillon alvéolaire ; si elles pouvaient rentrer en fonction et continuer leur développement, certainement que chacune avançant en âge donnerait origine à la formation de deux racines séparées.

Dès les premières observations que l'on avait fait sur les fœtus de baleines, on avait reconnu que ces denticules doubles étaient le résultat de la fusion de deux denticules simples. Pourtant, tout dernièrement, sous l'influence de la théorie plus moderne de la complication graduelle on a voulu voir dans ces denticules doubles une conformation représentant l'état primitif : les dents des ces cétacés auraient donc été plexodontes, et l'haplodontie ne serait que le résultat d'une évolution regressive récente.

D'après nous, ces opinions ne sont pas soutenables. Les denticules doubles on ne les rencontrent presque exclusivement qu'a la mâchoire supérieure, où l'on observe vingt et quelques dents, plusieurs doubles, tandis que dans la mandibule on en compte plus d'une quarantaine, mais toutes simples. Cette quantité de dents embryonnaires dans la mandibule inférieure de la baleine, démontre à notre avis, que le nombre considérable des dents des cétacés c'est bien un caractère primitif. En outre, comme dans la dentition normale des mammifères, le nombre de dents est sensiblement égal aux deux mâchoires, il est naturel d'admettre que quand les dents des baleines étaient fonctionnelles, aux quarante et quelques dents d'en bas (de chaque côté) devaient en correspondre autant d'en haut. Et puisque la diminution des supérieures fœtales est accompagnée de la présence de denticules doubles, nous devons croire que cette reduction de nombre est le résultat de la fusion de plusieurs dents, deux à deux, tel comme on les observe. La cause qui fait que les dents se soudent en haut tandis qu'elles restent séparées en bas, on doit la chercher dans le raccourcissement du rostre produit par le développement de la boîte crânienne (¹).

Rien que le simple examen morphologique prouve qu'il en est ainsi, puisque ces denticules doubles on les trouve à plusieurs stades d'union, depuis ceux qu'a peine sont en contact jusqu'à ceux qui sont complètement fusionnées. D'ailleurs, les recherches embryologiques de KUKENTHAL ont démontré avec toute évidence que dans les premiers stades embryonnaires toutes ces denticules sont simples ; ce n'est que dans le cour de leur développement qu'un certain nombre se soudent deux à deux. D'après cet auteur, ces denticules composées pourraient après se scinder une autre fois en deux, mais cela nous paraît peu probable (²).

(¹) « Si nous examinons les mammifères actuels, que par leur appareil dentaire se rapprochent d'avantage du type primitif, c'est-à-dire les dauphins, nous voyons qu'ils ont une cavité crânienne petite, avec un rostre très allongé, dû surtout à l'allongement des mâchoires ; ces os portent implantés une quantité considérable de dents simples, dépassant souvent le nombre de 220 et même de 250.

« L'augmentation en volume de la partie postérieure du crâne, contenant le cerveau, doit nécessairement amener la diminution de la partie antérieure et surtout le raccourcissement de l'espace longitudinal ou sont implantées les dents ; l'on comprend donc qu'alors ces organes doivent se rapprocher jusqu'à se toucher et parfois se réunir par groupes de deux ou de trois pour constituer des dents composées, et si le raccourcissement de la partie alvéolaire continue ces organes peuvent même disparaître. Le développement de la cavité crânienne s'effectuant de l'arrière vers l'avant, la diminution de l'espace alvéolaire s'accomplit dans la même direction ; les premières dents qui souffrent les conséquences de cette diminution ce sont donc les postérieures, qui poussées vers les antérieures se fusionnent avec ces dernières ou s'atrophient et disparaissent faute d'espace pour se développer. » AMEGHINO, *Filogenia*, p. 103-104, a. 1884.

(²) KUKENTHAL, partant du fait que dans les embryons de baleine les

Comme nous l'avons déjà indiqué plus haut, les premiers mammifères devaient possèder un nombre de dents très considérable, toutes égales et placées dans une simple rigole ou sillon alvéolaire ouvert comme chez les Ichtyosaures et aussi dans la partie postérieure de la région dentaire de plusieurs cétacés du groupe des dauphins. Cette denture homodonte et haplodonte a dû se différencier bientôt par le développement

dents doubles ou fusionnées sont moins nombreuses dans les embryons d'âge plus avancé que dans ceux plus jeunes, il en conclut que les dents compliquées sont devenues moins nombreuses pour s'être scindées en deux, augmentant ainsi le nombre des dents simplement coniques. D'après lui, cette hypothèse de la division rendrait compte non seulement de l'haplodontie et de l'homodontie des cétacés odontocètes, mais aussi du nombre considérable de leurs dents ; ces organes auraient augmenté en nombre par dédoublement !

Nous avouons que nous ne savons pas comment peut-on faire concorder cette hypothèse avec celle qui veut que les cétacés aient été primitivement plexodontes, car même en admettant le fait de la scision des dents fusionnées, il est tout clair que ces mêmes dents à l'origine étaient séparées; la scision des dents soudées ne pourrait augmenter le nombre de ces organes au-delà de ceux qui sont rentré en fusion et l'haplodontie ainsi que la polyodontie seraient toujours primitives.

Puisque les dents embryonnaires des baleines ne rentrent jamais en fonction, la diminution des denticules compliquées pendant la période embryonnaire nous paraît plus facile d'expliquer par leur disparition graduelle que non par la scision.

En outre, ce qui rend cette hypothèse tout à fait improbable c'est que le squelette, aussi bien dans le développement des individus que dans le développement paléontologique des différents groupes nous montre toujours des os qui se rapprochent et se soudent les uns aux autres, mais nous n'y voyons jamais des cas de scision de ces mêmes parties fusionnées.

Des preuves paléontologiques il n'y en a pas puisque les odontocètes à dents simples et nombreuses sont aussi anciens ou même plus anciens que les squalodontes à dents plexodontes et peu nombreuses. Quant aux Zeuglodontes ce sont des animaux trop éloignés des cétacés pour que l'on puisse en tenir compte.

de certaines dents qui prirent une apparence caniniforme, comme le cas se présente aussi assez fréquemment chez les reptiles ; le développement caniniforme d'une dent à l'une des mâchoires, amena nécessairement le développement d'une dent semblable à l'autre mâchoire. D'un autre côté, le développement et l'hypertrophie d'une dent au milieu d'une denture homodonte et haplodonte produit l'atrophie graduelle des dents voisines.

D'après cela, et les dents composées des mammifères étant le résultat de la fusion de plusieurs de ces organes, il paraît naturel que cette fusion doit s'être accomplie par groupes à peu près semblables et en même nombre en haut qu'en bas. Les petites dents placées à côté des grandes dents caniniformes s'atrophièrent et se pressèrent contre les dents principales. Les embryons des dents caniniformes ou principales prirent de bonne heure un grand développement et enveloppèrent les germes des petites dents contiguës, donnant ainsi origine aux dents composées.

Ceci nous explique la regularité dans le nombre de dents rentrées en fusion dans chaque groupe et nous amène à admettre pour chacun un type originaire fondamental dans la forme et dans le nombre des parties composantes, aussi bien pour les dents supérieures que pour les inférieures, pour les molaires caduques et persistantes comme pour les molaires de remplacement.

La fusion des dents s'est effectuée séparement pour chaque série, cela est évident, mais il est possible aussi que dans quelques cas il y ait eu fusion de dents de deux séries, c'est-à-dire d'une ou deux dents de la première dentition avec une ou deux dents de la deuxième.

La fusion des dents ne peut avoir eu lieu qu'avant la calcification ; dans les dents calcifiées la fusion n'est plus possible comme le démontrent fort bien beaucoup de mammifères á molaires très rapprochées ; ces organes se pressent les unes aux autres jusqu'à faire disparaître l'émail sur les points de contacte, mais ne se soudent pas. Parfois on voit chez l'homme des incisives doubles, formées par la fusion de la dent caduque avec celle de remplacement, mais cette union s'acomplit avant la naissance, et toujours par les couronnes, ce qui s'explique facilement. Le premier commencement des germes dentaires correspond aux couronnes : les racines ne se forment que beaucoup plus tard, généralement après la naissance, longtemps après que les couronnes sont déjà fusionnées. Chez le cheval on a constaté aussi des cas de la fusion des germes dentaires de deux incisives de la même série (¹).

Nous avons déjà dit que les dents se développent graduellement d'avant en arrière, en suivant la même voie de la formation de la lame dentaire. Nous savons aussi que les organes qui se développent davantage que les autres sont plus précoces dans leur apparition. Les germes des pseudo-canines parsemés tout du long de la série dentaire et représentés dans les dents plexodontes par le tubercule antérieur externe de chaque dent, se développèrent donc les premiers ; la fusion des germes des autres dents qui venaient en arrière suivit successivement dans l'ordre de leur disposition linéaire, mais la faute de place les obligea à se presser et la série en ligne se brisa ; le germe antérieur de chaque groupe prit un plus grand développement de sorte que les suivants pressés vers l'avant et ne pouvant se placer en dehors de l'antérieur ou il n'y avait plus d'espace, glissa vers le côté interne. C'est cette succession dans l'ordre de fusion qui se trouve répétée par le développement embryologique, et que l'on découvre aussi par la comparaison morphologique, cette dernière ayant conduit les observateurs à interpréter la succession dans le développement des cuspides comme le résultat d'une complication graduelle.

La fusion s'est accomplie probablement au commencement même de la formation des papilles dentaires et des organes

---

(¹) A. Chauveau. *Traité d'anatomie comparée des animaux domestiques*. 4ᵉ éd., p. 413, a. 1890.

adamantins, et c'est à cause de cela que dans le développement embryologique on ne trouve pas de traces de la séparation des papilles ou elles sont complètement fugaces, mais la fusion n'ayant pas porté sur les artères, la séparation ou distinctions des différentes dents fusionnées apparaît plus tard sous la forme de racines. La fusion des papilles dentaires produit un seul corps papillaire qui, en forme de colonne, pénètre dans la cavité en cloche de l'organe adamantin, de sorte qu'au-dessous de la couronne la pulpe ne constitue aussi qu'un seul corps occupant une seule cavité non cloisonnée, mais le cloisonnement apparaît plus tard dans le développement postérieur des racines qui est le résultat de l'indépendance conservée par les artères des papilles dentaires fusionnées.

LES RACINES DES DENTS PLEXODONTES SONT EN VOIE DE SE SIMPLIFIER ET DE S'ATROPHIER DANS TOUTE LA SÉRIE DES MAMMIFÈRES. — Chez les mammifères, nous le répétons, l'étude des racines des dents a une très grande importance, peut-être encore plus grande que celle de l'étude des détails de la complication des couronnes. C'est pour cela que dans nos travaux paléontologiques, nous avons apporté tant de soin dans la description des racines. Malheureusement, ces parties sont beaucoup moins accessibles à l'étude que les couronnes, et le plus souvent pour pouvoir les examiner il faudrait detruire des pièces précieuses.

Dès le commencement nous devons appeler l'attention sur le fait que, les couronnes des dents sont infiniment plus variables que les racines (¹). C'est pour cela que les détails de

---

(¹) Dans la théorie de la fusion telle comme a été avancée par MM. RÖSE et KUKENTHAL, chaque cône des couronnes des dents composées représenterait une dent simple. Cela est vraiment exagéré, et tout naturaliste un peu familiarisé avec l'étude de la denture des mammifères vivants et fossiles reconnaîtra qne les couronnes peuvent se compliquer ou se simplifier d'une manière relativement très rapide. Les cas dans lesquels les cuspides des couronnes coïncident avec le nombre des racines et le nombre des dents rentrées en fusion, sont même assez rares.

la couronne fournissent des bons caractères pour la distinction des espèces, des genres et même des familles, tandis que le plus souvent on ne trouve aucune différentiation dans la forme des racines ce qui n'empêche pas que celles-ci fournissent les données les plus précieuses pour la distinction des groupes supérieurs et la determination de leurs enchaînements.

Une fois aceptée la théorie de la formation des dents composées par la fusion de plusieurs dents simples dont le nombre se trouve représenté par les racines, il en suit que le type de dent composée le plus primitif doit être celui dont le nombre de cuspides principales de la couronne correspond avec le nombre de racines. Les molaires quadrilatères de la plupart des suidés, représenteraient un de ces types primitifs, car elles présentent invariablement quatre cuspides principales et quatre racines bien séparées, aussi bien à la mâchoire inférieure qu'a la supérieure. Dans ce type la complication serait donc le résultat de la fusion de quatre dents simples; mais il est possible qu'il y ait d'autres types de dents composées produits par la fusion de seulement deux dents primitives (dents molaires du *Zeuglodon*, du *Squalodon*, canines biradiculées, etc.), ou peut-être aussi de trois.

N'importe comment, il est évident que le nombre de racines remonte à l'origine même de la fusion des dents simples qui produisit les dents composées, et nous en concluons que depuis lors il ne peut y avoir eu de formation de nouvelles racines. Les modifications ultérieures n'ont portées que sur les racines primordiales qui peuvent s'être soudées les unes aux autres de différentes manières, diminuant leur nombre on même disparaissant complétement dans certains cas.

Un simple coup d'œil sur les différents groupes de mammifères, suffira pour démontrer que le nombre de racines se trouve partout en voie de diminution et de disparition, ce qui est bien d'accord avec notre théorie, mais en désaccord complet avec la théorie opposée. Nous verrons aussi que le plus souvent la diminution du nombre des racines est accompagnée de modifications dans la forme des couronnes.

Les molaires supérieures de l'homme sont quadrituberculées, mais ce type n'est pas ni constant ni toujours bien défini. La prèmiere molaire persistante est toujours quadrituberculaire (très rarement trituberculaire) et à trois racines, une interne plus grande et deux externes plus petites et bien séparées. A la deuxième molaire, les deux racines externes sont moins devirgeantes, et la couronne est très souvent trituberculaire. Dans la troisième molaire persistante les racines sont encore plus raprochées, souvent soudées ne formant qu'une seule, et avec la couronne généralement tricuspidée.

Cette déviation du type quadrangulaire vers le type triangulaire a été considerée comme une reversion au type lemurien, soit comme un cas d'atavisme. D'après notre théorie sur la formation des dents composées, nous croyons au contraire que cette déviation n'est que le résultat d'une atrophie du type quadrangulaire, qui serait le primitif. Dans notre ouvrage *Contribucion al conoc. d. l. mamíf. fos. d. l. R. A.*, p. 103, a. 1889, nous avons rattaché tous les primates (les lemuriens inclus) à un groupe hypothétique primitif que nous avons designé avec le nom de *Dolodonta*; en essayant d'en restaurer les caractères, nous avons attribué à ces *Dolodonta* des molaires quadrituberculaires en haut et en bas [1].

Nous allons ajouter quelques considérations qui nous affirment davantage dans la croyance ou nous sommes d'être dans le vrai.

L'atrophie des molaires chez l'homme serait en grande partie le résultat du grand développement du cerveau et du raccourcissement correspondant des mâchoires. Cette atrophie doit donc se produire principalement d'arrière en avant, Or, le nombre de cas de molaires supérieures trituberculaires augmente d'une manière considérable de la première molaire qui rarement est trituberculaire, jusqu'à la troisième qui présente ce type avec une très grande fréquence (1).

---

[1] D'après M. Rose (l. c.) la forme typique fondamentale des molaires supérieures de l'homme c'est la quadrituberculaire, mais la forme typique des molaires inférieures serait la pentacuspidée. Les vraies molaires supérieures se développeraient par quatre papilles mésodermiques, et les inférieures par cinq. M. P. Topinard dans un travail récent (*De l'évolution des molaires et prémolair es chez les primates* in *L'Anthropologie*, p. 641 à 710) arrive aussi à la conclusion que le type fondamental des molaires de l'homme et des primates c'est le quadrituberculaire.

D'ailleurs, les anthropomorphes et les vraies singes en général, présentent aussi le type quadrituberculaire; faisant abstraction des lemuriens que sous ce rapport s'éloignent assez des autres primates, l'on peut dire que les cas de trituberculie sont d'autant plus fréquents que l'on a à faire à des singes plus élevés, ou ce qui revient au même, plus rapprochés de l'homme.

Nous avons déjà vu que le type quadrituberculaire étant dans sa forme la plus primitive le produit de la fusion de quatre dents simples, doit porter quatre racines séparées, aussi bien en haut qu'en bas. Les molaires supérieures de l'homme n'ont que trois racines, parce que celle plus grosse du côté interne, représente, d'après nous, les deux racines internes soudées; pourtant il y a des molaires supérieures à quatre racines, deux internes et deux externes, que naturellement selon cette théorie seraient des cas de réversion au type primitif.

Un autre fait qui concorde avec notre théorie, c'est que les cas de molaires supérieures à quatre racines, très rares à la dernière molaire supérieure, sont plus nombreux à l'avant dernière et plus fréquents encore à la première, complètement à l'inverse de la trituberculie. Nous croyons que si l'on faisait des observations sur les singes on trouverait que les cas de molaires quadriradiculées ils y sont plus fréquents que chez l'homme, et en général d'autant plus fréquents qu'il s'agirait de genres moins éléves.

---

(1) Dans *Filogenia*, p. 108-109, a. 1884, nous avons demontré que l'atrophie des molaires postérieures était dû à la faute de place pour se développer à cause du grand développement du cerveau et le raccourcissement correspondant de la partie alvéolaire, et nous avons prouvé que le rétard dans l'apparition de la dernière molaire ou dent de sagesse n'était qu'un résultat de la même cause.

Ce n'est pas seulement à la mâchoire supérieure que se présentent des cas de molaires quadriradiculées, mais aussi à la mâchoire inférieure. Il en est de même pour les molaires quadriradiculées supérieures—il s'agit d'un caractère de reversion au type primitif et fondamental qui devait être absolument égal pour les molaires des deux mâchoires ([1]). Quand sur les molaires inférieures il y a quatre racines, elles sont toujours placées deux en avant et deux en arrière.

Nous croyons que les cas de molaires inférieures quadriradiculées doivent être également plus fréquents chez les singes que chez l'homme.

Il est facile d'observer que les molaires de remplacement, soient supérieures ou inférieures, possèdent des racines mieux séparées ou en plus grand nombre chez les singes que chez l'homme, et encore davantage dans les singes inférieurs que dans les supérieurs.

Pour ce qui concerne les molaires inférieures, nous avons observé que les deux premières molaires persistantes de plusieurs cebiens portent deux racines très élargies transversalement et dont le bout est bifurqué d'une manière assez apparente, surtout à la racine postérieure. Cette bifurcation constitue comme nous verrons tout à l'heure, le dernier vestige de l'état quadriradiculé des molaires inférieures des *Atava* et de plusieurs autres groupes de mammifères.

Ne trouvant pas dans les ouvrages à notre disposition des renseigments précis sur les racines des molaires des lemuriens,

---

([1]) En restaurant les caractères du groupe des *Atava*, supposé l'antécesseur des *Dolodonta* et par conséquent de tous les primates, nous avons dit *(Contrib.*, etc. p. 747, a. 1889) que les molaires devaient posséder quatre tubercules principaux et quatre racines séparées aussi bien en haut qu'en bas.

et n'ayant pas non plus d'originaux que nous puissions consulter, nous ne pouvons donc profiter que des figures des couronnes des dents publiées dans les ouvrages d'histoire naturelle.

Le plus grand nombre de lemuriens de notre époque possèdent des molaires supérieures quadricuspidées ou quadrangulaires, indiquant ainsi l'existence de quatre racines, ou de trois, les deux internes étant alors soudées.

Les molaires inférieures présentent presque toujours le type quadrangulaire ou quadrituberculaire à quatre tubercules principaux et deux racines (¹), mais nous croyons qu'un examen aprofondi démontrerait que ces deux racines, sont le produit de la fusion de quatre racines séparées, et dans quelques genres l'on trouverait peut-être leur bifurcation plus ou moins complète.

(¹) En vérité, les molaires inférieures caduques, persistantes et de remplacement des lemuriens présentent en général le type appelé pentacuspidé, formé par quatre cuspides disposés en deux paires transversales et un cuspide antérieur impaire lequel en avant donne aux dents une forme triangulaire. Ce type pentacuspidé est certainement très ancien car on le retrouve également chez les plus anciens lemuriens *(Anaptomorphus)*, chez les plus anciens singes *(Homunculus, Anthropops)*, chez les plus anciens ongulés (*Pleuraspidotherium*), les anciens carnassiers, chez les *Didelphydae* et les *Microbiotheridae*, chez les anciens diprotodontes (*Garzonia, Halmarhiphus*) etc. Les paléontologistes nord-américains supposent que les dents inférieures des primates (et aussi celles des autres mammifères à dents quadrituberculées) sont devenues quadricuspidées par la perte de ce cuspide antérieur, et ils ont raison Mais, malgré cela, nous considérons ces dents comme quadrangulaires ou quadrituberculées, parce que pour nous le cuspide antérieur n'est pas primaire sinon surajouté par végétation après que les dents étaient déjà formées par la soudure ou fusion des dents simples primitives. Ce qu'à notre avis prouve cette origine secondaire du cuspide impair antérieur, c'est qu'il ne correspond pas aux racines, tandis que les quatre cuspides restantes correspondent aux deux grandes racines des dents, et quand ces racines ne sont pas soudées (Suidés, etc)., chacun de ces quatre tubercules correspond à une racine.

Les lemuriens fossiles ne changent rien à ces conclusions générales, car s'il y en a quelques uns à molaires supérieures triangulaires ou trituberculaires (*Anaptomorphus*), la plupart, dès le commencement de l'éocène présentent des molaires quadricuspidées comme l'*Adapis*, le *Microchoerus* et le *Necrolemur* en Europe, ou l'*Hyopsodus*, le *Tomitherium* et le *Pelycodus* dans l'Amérique du Nord. Les genres anciens à molaires supérieures trituberculaires sont des types qui avaient déjà atteints un très haut degré de specialisation [1].

Les ongulés vont nous fournir des preuves bien plus concluantes.

Chez les équidés, les molaires supérieures ont trois racines, deux externes plus petites et une interne beaucoup plus grosse et très large, qui semble résulter de la fusion de deux racines. Les molaires inférieures ont deux racines très élargies transversalement et qui paraissent formées par deux parties soudées. Dans le genre fossile *Hippidium* des terrains pampéens de la République Argentine, la racine interne des molaires supérieures est double et les deux racines des molaires inférieures se bifurquent à leur extrémité ; les molaires de ce genre ont ainsi quatre racines séparées aussi bien en haut qu'en bas. Nous croyons qu'un examen des racines des molaires des genres *Anchitherium* et *Mesohippus* permettra de découvrir le caractère quadriradiculé des molaires inférieures peut-être d'une manière encore plus accentuée.

De tous les ongulés il n'y en a pas qui aient atteint un si haut degré de spécialisation dans la denture, que les ruminants. A la mâchoire supérieure la différentiation entre les molaires persistantes et les molaires de remplacement est complète ; les dernières sont toutes triangulaires et les premières quadrangulaires. Pourtant, la forme triangulaire des molaires de remplacement supérieures doit être une acquisition moderne, car les suidés qui sont les plus proches parents de ruminants et représentent un type beaucoup plus primitif, possèdent des molaires de remplacement plus compliquées, quadrituberculaires et de la même forme (du moins les dernières) que les molaires persistantes.

---

[1] Parmi ce nombre doit se placer l'*Anaptomorphus*, lemurien fossile insectivore avec tendance au régime carnivore ; comme conséquence de cette tendance le tubercule antéro-externe des molaires inférieures prit un grand développement, devena pointu et glissa entre les deux molaires supérieures opposées, sur leur partie interne, leur faisant prendre la forme triangulaire. Nous reviendrons bientôt sur ce sujet.

Les molaires persistantes supérieures des ruminants ont trois racines, deux externes petites et une interne plus grande mais sillonnée et avec deux cavités indépendantes, ce qui prouve que cette racine interne est le résultat de la fusion de deux racines. Aux molaires de remplacement cette fusion est plus complète, ce qui n'empêche pas que parfois on aperçoit également les vestiges de cette fusion sur la racine de ces dents.

Les molaires inférieures ont deux racines très élargies transversalement, chacune représentant deux racines fusionnées. Dans le genre *Blastoceros* (*B. paludosus*) les deux racines des molaires inférieures sont bifurquées et chaque partie contient une cavité indépendante. Dans les anciens lamas, et spécialement dans le genre *Palaeolama* cette bifurcation des racines inférieures et encore plus visible, et à la mâchoire supérieure les deux racines internes des molaires sont mieux séparées, les dents présentant ainsi quatre racines bien visibles aussi bien en haut qu'en bas.

Si des ruminants nous passons aux autres artiodactyles, la vérité de notre thèse est encore bien plus évidente. Chez les suidés, par exemple, groupe certainement bien plus primitif que celui des ruminants, les molaires sont quadrituberculées et quadriradiculées aux deux mâchoires, supérieure et inférieure.

Souvent on cite le *Trigonolestes* (*Pantolestes*) qui est le plus ancien des artiodactyles connus, comme ayant des molaires supérieures trituberculaires, et par conséquent comme une preuve que le type triangulaire est l'antécesseur du type quadrangulaire. Mais ce genre est bien loin du type primitif du groupe, car sont tarse à dèjà acqui tous les caractères des ongulés paridigités; le tronc des artiodactyles doit remonter bien plus loin que l'époque du *Trigonolestes*. On ne doit donc pas s'étonner que la denture de celui-ci soit déjà très spécialisée dans la direction omnivore ou secodonte; les molaires supérieures se sont rétrécies sur le côté interne, et les prémolaires simplifiées en haut et en bas. Malgré cette reduction du type quadrangulaire, il est problale que les racines des molaires inférieures présentent encore des vestiges de l'état quadriradiculé (1). Ce caractère doit être encore plus visible dans le genre *Achaenodon*, dont les molaires inférieures sont quadrituberculées; les molaires de remplacement de ce genre, comme celles des genres voisins, *Enteledon*, *Tetraconodon*, *Palaechoerus*, sont plus simples et plus ou moins secodontes, se rapprochant quelque peu de celles des carnassiers, caractère qui pour nous indique une plus grande spécialisation; nous croyons que sur les dernières molaires de remplacement inférieures de ces genres ont doit pouvoir observer encore l'état quadriradiculé des racines, ce qui constituerait également une nouvelle preuve en faveur de notre théorie.

Des ongulés imparidigités existant à notre époque, l'*Hyrax* est celui qui présente les caractères les plus primitifs; or, les molaires persistantes et de remplacement de ce genre sont quadrangulaires ou rectangulaires, et présentent quatre racines séparées en haut et en bas.

---

(1) D'après Marsh, *Trigonolestes* (*Pantolestes*) Cope, serait identipue, à *Homacodon* Marsh, et dans ce cas ce dernier nom aurait la priorité. L'*Homacodon*, tel comme il est figuré par Marsh, c'est un mammifère à molaires du type quadrangulaire le plus parfait; les molaires supérieures montrent les quatre cônes principaux et les deux conules intermediaires des ongulés primitifs. Les molaires inférieures sont d'accord avec ce type et la dernière montre en outre un cinquième tubercule ou talon. Ce genre plaiderait donc en faveur de l'ancienneté du type quadrangulaire. En realité nous ne nous explicons pas cette discordance entre les dessins de Cope et ceux de Marhs. (Marsh. *Description of tertiary arctyodactyles*. Amer. Journ. of Scienc., Sep. 1894).

Parmi les groupes d'ongulés fossiles complétement disparus, on mentionne les Amblypodes (*Amblypoda*) comme présentant le type de denture triangulaire (trituberculaire). En realité, il s'agit d'un groupe qui n'est primitif que par la construction de ses pieds, et cela encore seulement en partie. Leur crâne est des plus spécialisés et à plus forte raison leur denture. Chez la plupart des genres le nombre des dents est diminué, les incisives se sont atrophiées ou disparues et les canines ont prit un gran développement. Il est très facile de voir que les molaires se sont pressées les unes aux autres, et leurs racines se sont rapprochées et en partie soudées. Dans le *Uintatherium* les molaires persistantes et de remplacement sont évidemment en voie de réduction et d'atrophie, car la division en deux racines est déjà presque disparue par fusion. Le *Coryphodon* nous montre que le type triangulaire des molaires supérieures a été obtenu par la supresion graduelle du tubercule ou du coin postéro-interne. Dans le *Pantolambda* cette réduction au type triangulaire (trituberculaire) non seulement est complète, mais la spécialisation est encore plus avancée, car la dernière molaire supérieure a son lobule postéro-externe atrophié et la dent s'acheminait vers un type bicuspide. Malgré cette réduction, on voit encore les traces du tubercule postérieur interne des molaires persistantes, quoique sous le point de disparaître. Ce rétrécissement du côté interne des molaires supérieures est en relation avec le grand développement en hauteur et en grosseur, du tubercule antérieur externe des molaires inférieures.

Dans les *Condylarthra* éocènes de l'Amérique du Nord, groupe d'ongulés très primitifs, et que d'après quelques paléontologistes constituerait la souche de tous les ongulés, les molaires sont généralement quadrangulaires et quadrituberculaires aux deux mâchoires. Nous croyons que si l'on examinait les parties de la denture implantées dans les mâchoires on y trouverait l'état quadriradiculé aussi bien en haut qu'en bas, parculièrement dans les genres *Phenacodus, Perypthychus, Euprotogonia*, et peut-être aussi chez le *Meniscotheriun*.

En Europe, l'ongulé le plus ancien que l'on connait c'est le *Pleuraspidotherium* ; c'est aussi celui qui présente les plus grands traits d'infériorité. Or, ce genre et son allié l'*Ortaspidotherium*, ont les molaires et les dernières prémolaires supérieures et inférieures quadricuspidées en haut et en bas (¹), et d'après la conformation des couronnes nous sommes porté à croire qu'on y découvrira également l'état quadriradiculé plus ou moins parfait.

Ce que nous connaissons des plus anciens ongulés fossiles sud-américains, est parfaitement d'accord avec cette théorie. Le *Macrauchenia* fossile dans le pliocène a les molaires supérieures à trois racines et les inférieures à deux. Un des plus anciens prédecesseurs connu de ce groupe, le *Theosodon* de l'éocène de Santa-Cruz présente encore des traces de l'état quadriradiculé. La racine interne des molaires supérieures se présente d'une manière très manifeste comme étant le résultat de la fusion de deux racines, et dans une espèce, le *T. gracilis*, les deux racines des molaires inférieures ont leur bout bifurqué. L'*Adiantus*, genre de la même époque et du même groupe mais de taille très réduite et de caractères plus primitifs, présente l'état quadriradiculé des molaires inférieures d'une manière encore plus apparente.

Les *Proterotheridae*, groupe d'ongulés éteints très nombreux, ont les dents quadrituberculées (quadrangulaires) en haut et en bas. A la mâchoire supérieure les dents ont généralement trois racines, dont l'interne plus grande est manifestement le résultat de la fusion de deux racines, qui restent séparées dans quelques genres. A la mâchorie inférieure, l'état quadriradiculé

(¹) En realité les molaires inférieures sont pentacuspidées et triangulaires en avant. Pour la véritable signification de cette conformation nous prions de consulter le renvoi de la page 441.

est parfait, car chaque molaire porte quatre racines bien séparées, deux en avant et deux en arrière.

Les *Astrapotheridae* des couches à *Pyrotherium* de Patagonie (crétacé le plus supérieur) montrent les molaires inférieures avec quatre racines bien visibles quoique soudées deux à deux. Dans le *Caliphrium,* un autre genre d'ongulé de la même époque, voisin des Perissodactyles, on observe une conformation semblable.

Les toxodontes des derniers temps tertiaires *(Toxodon, Haplodontotherium, Eutrigonodon)*, ont les molaires supérieures de contour triangulaire, et les inférieures rectangulaires ou allongées. Les molaires sont prismatiques, sans racines et à base ouverte aux deux mâchoires. Chez les anciens représentants éocènes de ce groupe *(Nesodon, Adinotherium)* les molaires supérieures sont quadrangulaires et avec quatre racines courtes et peu divergentes ; les molaires inférieures ont deux racines très larges et souvent de bout bifurqué. Dans la denture de lait des mêmes genres les molaires supérieures ont quatre racines longues et divergentes, et chacune des molaires inférieures porte quatre racines bien séparées.

Dans leurs représentants les plus éloignés, les *Notohippidae (Coresodon)*, du crétacé supérieur (couches à *Pyrotherium)* qui, probablement, sont aussi les antécesseurs des Perissodactyles, présentent l'état quadriradiculé des molaires inférieures parfait.

Parmi les Typothériens, le *Typotherium* et le *Pachyrucos* des derniers temps tertiaires sont à dents prismatiques et sans racines. Les genres du commencement du tertiaire *(Hegetotherium, Protypotherium, Icochilus)* présentent l'état quadriradiculé très accentué à la denture de lait des deux mâchoires. Du reste, aussi bien dans la ligne des Toxodontes que dans celle des Typothériens, les genres du commencement du tertiaire *(Nesodon, Adinotherium, Pachyrucos)* ont les molaires de remplacement du même type que les molaires persistantes, à couronne plus ou moins quadrangulaire, tandis que les genres des derniers temps tertiaires *(Toxodon, Haplodontotherium, Entrigonodon, Typotherium, Xotodon)* ont les molaires de remplacement differenciées des molaires persistantes et de contour triangulaire.

Les *Homalodontotheridae* constituent un groupe très important, car probablement ils sont les antécesseurs des *Chalicotheridae* d'Europe et de l'Amérique du Nord (¹). Dans la Patagonie australe on les rencontrent dans les terrains éocènes et ils avaient de très nombreux représentants à la fin de l'époque crétacée. Ces *Homalodontotheridae* ont les molaires et prémolaires supérieures et inférieures quadrangulaires. Les molaires supérieures sont à trois racines, deux externes et une interne plus grande, mais avec le bout plus ou moins bifide, et chaque branche portant une cavité distincte; il s'agit donc de deux racines fusionnées. Les molaires inférieures ont deux racines, chaque racine étant bifide au bout et chaque partie avec sa

---

(¹) Le savant professeur **Henry Fairfield Osborn** croit que cette descendance du *Chalicotherium* de l'*Homalodontotherium* est impossible parce que le premier a les molaires buno-selenodontes, tandis que celles du second sont lophodontes. C'est un exemple des résultats différents auxquels on arrive selon la différente manière d'envisager l'évolution de la denture. D'après nous, la denture de l'*Homalodontotherium*, par le type fondamentalement égal des molaires et prémolaires, par l'absence des arêtes perpendiculaires externes (para, meso et metastyle) aux molaires et prémolaires supérieures, ainsi que par l'état quadriradiculé de celles inférieures, représente un type plus primitif que celui du *Chalicotherium*. Probablement on finira par abandonner l'opinion qui considère les dents bunodontes comme devant toujours représenter un état plus primitif que celles lophodontes, selenodontes ou plus ou moins plissées. Nous ne doutons pas que certains mammifères aient pu devenir des bunodontes parfaits ou imparfaits par une rétrogradation ou évolution regressive de la denture et le *Chalicotherium* nous en offre peut-être un exemple. La denture du *Symborodon* dont les molaires supérieures ont les tubercules du côté interne séparés et pointus ou en cône, prouve qu'il en est ainsi, puisqu'il s'agit d'un genre relativement récent et descendant d'antécesseurs à denture lophodonte.

cavité indépendante. Les vestiges de l'état quadriradiculé sont donc parfaitement visibles aux deux mâchoires, et davantage dans les genres crétacés que dans les genres éocènes.

Le plus ancien ongulé connu de la République Argentine, c'est le *Pyrotherium* qui apparaît dans les couches à dinosauriens les plus récentes de l'époque crétacée. Ses molaires persistantes et de remplacement sont quadrangulaires, avec deux crêtes transversales et quatre racines séparées aux deux mâchoires. L'état quadriradiculé est donc parfait.

Parmi les sirenidés, il n'y a que quelques-unes des formes les plus récentes (*Halicore*) qui aient des dents prismatiques et sans racines. Le genre *Manatus* a les molaires et prémolaires quadrangulaires et à crêtes transversales en haut et en bas ; les molaires supérieures ont trois racines, deux externes et une interne plus grande, cette dernière représentant la fusion de deux racines qui étaient autrefois séparées, et dont l'ancienne division est encore partiellement visible à l'extérieur ; les molaires inférieures ont deux racines très longues, qui se bifurquent à leur extrémité formant ainsi quatre racines, dont chacune porte une cavité indépendante. Sous ce rapport, les genres fossiles se rapprochent de *Manatus*, et quelques-uns (*Ribodon*) présentent l'état quadriradiculé des molaires inférieures encore plus accentué.

Les Carnivores sont les mammifères plexodontes à racines multiples et séparées qui se sont éloignés davantage du type quadriradiculé primitif; cela est dû, évidemment, à leur système d'alimentation qui exige des dents tranchantes, de sorte que celles-ci se sont rétrécies et leurs racines se fusionnèrent. Dans certains groupes, cette fusion est allée bien loin, car souvent elle a fondu les trois ou quatre racines de chaque dent, en une seule. Ceci est surtout très visible chez un bon nombre de Pinnipèdes. Dans le genre *Halichoerus*, les molaires supérieures et inférieures ont les racines soudées et en voie de s'atrophier. Dans les genres *Cistophora* et *Macrorhinus*, on ne voit plus qu'une seule racine à chaque dent, dont la base se ferme tardivement. Il en est de même dans les genres *Odoboenus* et *Callorhinus*.

Chez tous les Carnivores terrestres, le nombre maximum de racines est de trois aux molaires supérieures et de deux aux inférieures. La racine interne des molaires supérieures qui est toujours plus grosse que les deux externes, est évidemment homologue de la racine interne des molaires supérieures des herbivores ongulés ; or, nous avons vu que cette racine chez ces derniers est le résultat de la fusion de deux racines différentes qui se conservent séparées dans quelques genres, et jugeant par analogie, nous sommes conduits à penser qu'il en est de même de la racine interne des molaires supérieures des Carnivores. Les deux racines des molaires inférieures de ces animaux sont homologues des deux racines des molaires inférieures des herbivores ; nous avons vu que chacune de ces racines représente deux racines fusionnées, et naturellement nous pensons qu'il doit en être de même des deux racines des molaires inférieues des Carnivores.

Des carnassiers existants à notre époque, ceux qui par leurs caractères représentent le type le plus primitif, sont les Procyonidés, et précisement ils ont les molaires quadrangulaires et quadricuspidées en haut et en bas (¹). Chez le genre *Procyon*, les deux grandes racines de chaque molaire inférieure sont fortement sillonnées, chaque partie conservant un canal indépendant au bout de la racine dont la perforation correspondante ne disparaît qu'avec l'oblitération complète de l'extrémité dans l'âge avancé. Chaque perforation reçoit une artère dentaire indépendante, d'où il résulte que chaque molaire inférieure des Procyonidés avec ses deux racines sillonnées et ses quatre branches de l'artère dentaire, représente quatre dents simples primitives.

Chez les autres carnassiers existants, la fusion des racines

(¹) En réalité les molaires inférieures ont conservées le type pentacuspidé primitif.

est parfaite et il ne reste pas de traces de l'état quadriradiculé des molaires inférieures.

Nous ne possédons pas de renseignements sur les racines des molaires des genres de carnassiers fossiles de la première moitié de l'époque tertiaire. Pourtant, dans l'*Arctocyon* qui est le carnassier (Créodonte) le plus ancien que l'on connaît du tertiaire d'Europe, les molaires sont quadrangulaires et à quatre cupides principales en haut et en bas. On a dit que les dents supérieures de ce genre étaient au stade trituberculaire ; d'après les dessins dont nous disposons, nous y remarquons la forme quadrangulaire typique ; le peu de développement du tubercule ou lobe postérieur interne, prouverait que ces dents étaient en voie d'évolutionner vers le type triangulaire caractéristique des Carnassiers, au moyen de l'atrophie graduelle et la supression finale du coin postérieur interne. Les genres *Claenodon* (*Miocloenus*) et *Tetracloenodon*, dont les espèces sont si répandues dans les couches tertiaires les plus anciennes de l'Amérique du Nord, présentent le même type de denture que l'*Arctocyon*. Nous croyons que les molaires inférieures de ces genres doivent présenter des vestiges plus ou moins accentués de l'état quadriradiculé.

Dans plusieurs des plus anciens carnassiers fossiles de la République Argentine, les deux grandes racines de chaque molaire inférieure sont sillonnées en avant et en arrière, et parfois, comme c'est le cas dans le genre *Borhyaena*, ces racines sont bifurquées à leur extrémité, dernier vestige du stade quadriradiculé.

Chez les marsupiaux herbivores (*Diprotodontes*) actuels et éteints d'Australie, les molaires ont le type quadrangulaire aux deux mâchoires, mais nous ne possédons pas de renseignements sur leurs racines. Quant aux marsupiaux carnassiers, ils présentent à peu près le même type de denture qne les Carnassiers placentaires, avec le même nombre de racines et disposées de la même manière. Nous croyons donc que sous ce rapport les uns et les autres ont suivi absolument la même évolution.

C'est de préférence chez les insectivores que souvent on cherche des preuves en faveur de la théorie qui veut que le type quadrangulaire soit le résultat d'une complication du type triangulaire. D'après cette théorie, les molaires du genre *Chrysochlorys* montreraient le type triangulaire (trituberculaire) dans son premier stade de développement, ou à peu près. Or, parmi les insectivores, ce genre est précisement celui qui possède un type de denture qui s'éloigne davantage de la forme primitive ; on est en présence d'une trituberculie acquise par régression et non par progression. Les molaires supérieures et inférieures se sont simplifiées, leurs racines se sont en partie fusionnées et le fût de chaque molaire s'est considérablement allongé ; ces dents évolutionnent vers le type prismatique et à base ouverte. Cette évolution était déjà presque completement accomplie dans un genre fossile qui en est très voisin, le *Necrolestes ;* les molaires de celui-ci forment des prismes très allongés, chaque dent ayant trois petites cuspides à la couronne, et le bout opposé non divisé en racines séparées. C'est vers ce même type qu'évolutionnent les molaires du *Chrysochlorys*.

Le plus grand nombre des autres genres d'insectivores présentent au contraire des vestiges très manifestes du type quadrangulaire et quadriradiculé primitif. Dans le genre *Erinaceus*, par exemple, les molaires supérieures sont quadrituberculaires et à trois racines, celle interne étant très large, sillonnée, et avec des vestiges de division au bout, ce qui prouve que dans ce cas aussi on a affaire à deux racines fusionnées. Les deux racines des molaires inférieures présentent aussi des vestiges de division. Dans les molaires du genre *Gymnura* l'état quadrituberculé est encore plus accentué aux deux mâchoires. Dans le genre allié éocène *Neurogymnurus* les molaires supérieures montrent le type quadrituberculaire parfait, et l'on observe aussi la même forme sur la dernière molaire de remplacement ; la dernière molaire persistante supérieure est triangulaire dû à la faute d'espace pour se développer.

Chez les chauve-souris, les formes frugivores possèdent des molaires supérieures quadrangulaires, tandis que celles insectivores les ont triangulaires. Ce dernier type de denture avait été considéré comme représentant dans ce groupe le type primitif ; pourtant, Leche qui était de cet avis, vient de se convaincre par ses dernières recherches embryologiques, que cette forme triangulaire est dûe à une simplification, c'est-à-dire qu'elle est acquise et non originaire.

Dans les rongeurs, les faits favorables à notre thèse, sont tellement nombreux que nous n'avons que l'embarras du choix. On ne fait mention que d'un seul groupe qui aurait des dents triangulaires représentant le stade primitif, celui de Sciuridés, et nous croyons que cela repose sur une fausse interprétation. Il est vrai que les molaires supérieures de *Sciurus* ont le côté interne non bilobé et plus étroit que l'externe, mais la couronne est nettement quadrangulaire et presque lophodonte. Le rétrécissement du côté interne et la disparition apparente des deux lobes est dûe à la formation secondaire d'un grand bourrelet basal d'émail qui s'est développé jusqu'à atteindre la couronne et qui donne aux molaires l'aspect triangulaire. Dans le genre fossile *Allomys* Marsh, ce bourrelet est arrivé à constituer un grand cône interne.

Dans tout le groupe des rongeurs, les genres à molaires prismatiques et sans racines sont relativement peu nombreux et tous modernes. Les molaires quadrangulaires et à quatre racines aux deux mâchoires, prédominent partout. Parmi les rats, les *Arvicolini* à dents prismatiques et sans racines sont récents ; la presque totalité des muridés récents et fossiles ont des molaires à quatre ou cinq racines aux deux mâchoires, avec les couronnes quadrangulaires et tuberculeuses. Il en est de même des *Sciuridae*.

Les groupes actuels des Eryomydés, des Cavidés et des Octodontidés ont des molaires composées par des lames prismatiques ou aplaties et sans racines, mais chez les anciens genres fossiles qui constituent les souches de ces groupes

(*Hedimys*, *Sphodromys*, *Phanomys*, *Scleromys*, etc.), les molaires sont pourvues de quatre racines plus ou moins séparées aux deux mâchoires. Il en est de même des vrais *Hystricidae* actuels ou fossiles (*Steiromys*) et aussi des *Acaremyni* éocènes (*Acaremys*, *Sciamys*) qui sont les plus anciens représentants connus de la ligne qui aboutit aux muridés.

Quant aux mammifères mésozoïques, nous y voyons deux types : l'un est carnassier ou insectivore avec des molaires inférieures biradiculées ; l'autre, à molaires de couronne très compliquée (*Multituberculata*), mais nous n'avons pas de renseignements sur le nombre et la structure de leurs racines. Pourtant, si l'on en juge d'après les figures publiées, les molaires inférieures de ces animaux paraissent posséder des racines très élargies, ce qui rend probable la bifurcation de leurs extrémités ; dans tous les cas, cet élargissement paraît indiquer deux racines soudées.

Pour le groupe carnivore ou insectivore, nous avons déjà fait mention du genre *Stylacodon*, lequel, tout en possédant des molaires inférieures à couronne très simple, ces dents ont trois racines, dont deux plus ou moins fusionnées. Le genre éocène de l'Amérique du Nord avec une prémolaire inférieure triradiculée, nommé par Leidy *Uintacyon*, serait un dernier survivant de ce groupe de carnivores ou insectivores primitifs à molaires inférieures avec des racines multiples (¹).

Les mammifères trisiaques, les plus anciens que l'on connaît, ne nous montrent jusqu'aujourd'hui que des genres à

(¹) D'après M. Cope *Uintacyon* serait synonyme de *Miacis*, et il regarde la prémolaire triradiculée de l'exemplaire figuré par Leidy comme étant une dent supplémentaire anormale. Si réellement il s'agit du même animal, la présence de cette dent supplémentaire à trois racines ne peut s'expliquer autrement que comme une réapparition par atavisme d'un caractère d'anciens antécesseurs, qui depuis longtemps avait disparu. A n'importe quel point de vue, ce fait confirme notre théorie tandis qu'il n'a pas d'explication dans la théorie opposée.

molaires compliquées (*Trytylodon, Microlestes*) et probablemen quadriradiculées, ou des genres dont les racines des molaires sont en voie de fusion et les dents évoluaient vers le type prismatique de base ouverte et à croissance continue (*Dromotherium, Microconodon*). Cela reporte bien loin l'origine des mammifères. La fusion des dents simples pour former des dents composées, était certainement déjà accomplie dès le commencement de l'époque secondaire. Quant à l'apparition des premiers mammifères, elle doit avoir eu lieu pendant l'époque primaire, au commencement de la période permienne, ou peut-être même avant.

AU POINT DE VUE DE LA SUCCESSION DES DENTS. — L'on sait que parmi les mammifères il y en a qui présentent deux dentures successives, une que l'on appelle denture de lait, constituée par un petit nombre de dents, et l'autre définitive ; ces animaux sont appelés diphyodontes. D'autres, au contraire, ne présentent qu'une seule denture durant toute la vie qui n'est pas remplacée : on les appelle monophyodontes. Sous certains rapports, cette distinction n'a plus l'importance d'autre fois, puisque chez tous les monophyodontes on a trouvé des traces d'une autre série de dents, quoique ne dépassant pas la période embryonnaire. Mais au point de vue phylogénique il en est autrement, surtout après que l'on a démontré que les dents de lait font partie de la même série ou génération de celles placées plus en arrière et qui ne sont jamais remplacées. Plus en avant nous aurons l'occasion de revenir sur cette question ; il suffit d'indiquer ici que l'état monophyodonte précède de l'état diphyodonte et ce dernier de l'état polyphyodonte des reptiles ; l'évolution s'est produite par l'élimination successive des séries dentaires dans l'ordre de leur apparition, de sorte que des deux dentitions des mammifères diphyodontes, c'est celle de lait qui est la plus ancienne et celle de remplacement la plus moderne.

Si nous cherchons à éclaircir l'origine des dents plexodontes au moyen de la succession de la denture, nous devons nous attendre à trouver dans la denture plus ancienne (première dentition) une condition bien différente selon le point de vue des deux théories en opposition. Dans le cas que la plexodontie serait le résultat de la complication graduelle de la dent simplement conique, la denture de lait devrait se rapprocher de ce type primitif davantage que celle plus moderne ou de remplacement. Si au contraire, la plexodontie a été acquise par la fusion de plusieurs dents, les dents de lait devront être aussi compliquées que celles de remplacement, et dans le cas que ces dernières se seraient simplifiées par une évolution regressive (type triangulaire) celles de la première dentition devront conserver le type quadrangulaire primitif.

L'examen des deux dentitions à ce point de vue confirme complétement l'origine de la plexodontie par la fusion de plusieurs dents simples et contredit celle de la complication graduelle de la dent conique primitive.

Chez l'homme par exemple, les molaires de remplacement, aussi bien les supérieures que les inférieures sont à une seule racine et avec la couronne bicuspide, c'est-à-dire beaucoup plus simple que celle des molaires persistantes, tandis que les molaires de la dentition plus ancienne (denture de lait, dents caduques), ont les couronnes presque aussi compliquées (¹) que celles des molaires persistantes et possèdent de racines bien séparées ; dans ce cas, la simplification des molaires de remplacement c'est bien un caractère acquis par regression. Dans celles supérieures on y remarque facilement que la racine en apparence unique est constituée par deux racines soudées ; très souvent cette racine complexe conserve encore dans l'intérieur la double cavité de la pulpe assez visible. Chez tous

---

(¹) La première caduque supérieure est à deux cuspides externes qui ne sont pas encore tout à fait fusionnées, et une interne plus grande. La deuxième caduque supérieure est quadricuspidée comme les molaires persistantes.

les singes supérieurs la deuxième molaire caduque est quadricuspidée comme chez l'homme et celle qui la remplace, simplement biscupide.

Comme règle générale, ce qui se passe chez l'homme et chez les singes, on peut l'observer aussi dans toute la série des mammifères diphyodontes, mais nous n'allons nous arrêter que sur un des exemples les plus frappants, concernant les ruminants et même presque toute la série des artiodactyles. Chez les ruminants dont le nombre des molaires de remplacement est de trois, les trois molaires caduques de la mandibule inférieure sont plus compliquées que les dents de remplacement correspondantes; la première inférieure de lait est bilobée et à racines bien séparées, tandis que celle qui la remplace est beaucoup plus simple et presque toujours à une seule racine. En haut, la différence est encore plus considérable; les trois molaires supérieures de lait sont quadrangulaires et avec le côté interne divisé en deux lobes, tandis que les trois dents de remplacement correspondantes sont au contraire triangulaires avec le côté interne trés étroit et non bilobé; ici aussi cette simplification est donc une acquisition récente et regressive et non une conformation primitive.

Bref: chez tous les diphyodontes, si l'on considère à la fois les dents de lait et les molaires persistantes comme formant une seule série, que c'est ce qui correspond puisque ces dents appartiennent à une même génération (¹), on trouve alors que la première dentition est formée par un nombre de dents plus considérable que la deuxième et aussi de forme plus compli-

---

(¹) Chez les plus anciens diphyodontes (*Nesodontidae, Notohippidae, Protypotheridae, Meniscotheridae*, etc.), toutes les molaires de la première génération (dents de lait et vraies molaires) étaient en fonction à la fois pendant longtemps; la dernière molaire de remplacement ne rentrait en fonction que quand toutes les molaires persistantes, la dernière non exceptée, avaient déjà la couronne entamée par la mastication.

quée (¹); on constate également que les différences entre les dents antérieures et les postérieures sont moins grandes que si l'on place dans une même série les molaires persistantes et celles de remplacement. Nous devons rappeler que chez les plus anciens ongulés, cette ressemblance entre les dents d'un bout à l'autre de la série persiste même sur les dents de remplacement (*Nesodontidae*, *Notohippidae*, *Protypotheridae*, *Homalodontotheridae*, *Leontiniidae*, *Pyrotheriidae*, etc.), ce qui prouve bien que la simplification dans les formes plus récentes, est secondaire et non primitive (²).

Au point de vue mécanique et fonctionnel. — Ce sujet a été traité par Ryder et surtout par M. Cope avec une très grande

---

(¹) Le fait que les dents caduques sont plus compliquées que celles de remplacement, est connu depuis le commencement des premières recherches odontologiques sérieuses. Il a été reconnu par Cuvier (*Leçons d'Anat. comparée*, vol. IV, p. 135, 1805,) et confirmé par Owen (*Odontography*, texte, p, 308).

(²) L'homodontie dans la série des molaires de quelques groupes d'ongulés existants, les Equidés par exemple, est certainement le résultat d'une complication récente due à la tendance qu'ont les organes analogues ou homologues remplissant la même fonction à prendre la même forme, mais il n'est pas certain qu'il en soit de même chez tous les autres. Chez les Tapiridés, par exemple, dont les formes anciennes connues ont les molaires de remplacement triangulaires et celles récentes quadrangulaires, il est possible que cette dernière conformation soit celle primitive, ce qui indiquerait que nous ne connaissons pas encore leurs véritables ancêtres, et leur distribution géographique actuelle nous fait pencher vers cette dernière supposition. Quelques formes fossiles récentes paraissent confirmer cette manière de voir; les molaires de remplacement du *Tapirus helveticus* de Meyer montrent le tubercule antéro-interne diminué, mais en même temps on y voit aussi le commencement d'un talon interne qu'en se développant a dû former le point de convergence des deux crêtes transversales donnant ainsi aux dents la forme triangulaire que l'on voit sur d'autres genres fossiles du même groupe.

sagacité. Cet auteur trouve l'origine des différents types de denture dans des causes exclusivement mécaniques, et pour notre part nous souscririons volontiers la plus grande partie de ses opinions avec la seule exception de trois ou quatre, mais que précisément selon notre manière de voir constituent les points fondamentaux. Cette divergence porte sur le premier origine de la complication dentaire, sur l'origine des types triconodonte, trituberculaire ou triangulaire, et quadrituberculaire ou quadrangulaire.

Notre but n'étant pas de faire une étude approfondie de la forme des dents dans chaque groupe de mammifères, nous ne ferons qu'exposer quelques vues générales suivies d'un examen de l'origine des principaux types selon la théorie de la complication graduelle et celle de la fusion.

Voyons d'abord, au point de vue de chacune de ces deux théories, à quelle cause l'on peut attribuer le commencement de cette transformation.

Dans la théorie de la fusion cette cause initielle est bien facile de découvrir: c'est un racourcissement de l'espace destiné au développement de la denture qui amena le rapprochement des germes dentaires et produisit leur fusion dès leur commencement.

Dans la théorie de la complication graduelle, la cause initiale est bien plus difficile à saisir, — jusqu'à maintenant on n'en a proposé aucune.

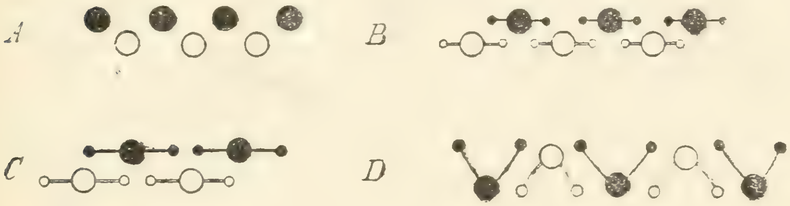
Dans cette même théorie, on explique la plexodontie par l'usage des dents qui auraient produit leur complication, mais cela ne s'accorde pas avec les caractères de chacune des deux dentitions des mammifères. On peut se demander pourquoi les dents caduques qui généralement tombent de bonne heure et parfois ne rentrent pas même en fonction, sont pourtant plus compliquées que celles de remplacement. Si la plexodontie était due à l'usage, ces dents caduques qui tombent très tôt devraient être beaucoup plus simples que celles de remplacement, et ces dernières, puisqu'elles restent plus longtemps en fonction devraient être plus compliquées. Pourtant nous savons que les choses se passent autrement, puisque comme règle générale les dents de remplacement sont plus simples et celles caduques sont plus compliquées. Dans cette théorie cela est inexplicable, tandis que dans la théorie de la fusion l'explication tombe de soi-même ; les dents caduques sont plus anciennes et représentent la forme primitive tandis que celles de remplacement sont plus modernes et sont devenues plus simples par l'atrophie de certaines parties de leurs couronnes.

Tout ce que l'on peut faire c'est de répondre que dans quelques lignes d'ongulés, à l'aide des formes fossiles, on peut suivre la complication graduelle des molaires de remplacement, mais cela est une complication secondaire, indépendante de celle initiale ou de la fusion, et nous en avons donné plus haut l'explication (p. 458).

On a bien cherché à mettre en évidence ces genres modernes à molaires supérieures persistantes et de remplacement quadrangulaires, mais on ne fait pas mention de ceux qui se trouvent dans une position opposée, c'est-à-dire à molaires triangulaires. Nous ne ferons mention que du premier qui nous viens à la mémoire, le *Leptochoerus* Marsh, du miocène supérieur, qui présente les trois molaires persistantes supérieures triangulaires et la dernière molaire de remplacement de la même forme ; ces dents portent deux tubercules externes et un grand tubercule interne. Nous ne connaissons pas de suidés plus anciens avec une simplicité égale des molaires, de sorte qu'ici ce ne sont pas seulement les molaires de remplacement qui sont devenues triangulaires, mais aussi les molaires persistantes.

Laissons de côté les considérations de ce genre, et examinons un peu le procès de complication dès son début, en parallèle avec la théorie de la fusion. Nous avons déjà vu que d'après la théorie de la complication les principaux stades parcourus par les dents simples pour acquérir la forme de dents plexodontes quadrangulaires, sont, du stade haplodonte au triconodonte, de celui-ci au trituberculaire, et de ce dernier au quadrituberculaire.

D'une manière schématique ils représentent cette évolution sous la forme suivante :



Les points en noir représentent les molaires supérieures, et les ronds vides les molaires inférieures.

Dans A, les dents sont toutes simples et alternes, celles de la mandibule supérieure avec celle de la mandibule inférieure.

B et C, représentent les mêmes dents que l'on suppose ont acquis par végétation ou complication une pointe accessoire antérieure et une autre postérieure, placées sur la même ligne longitudinale. Les ronds plus gros, noirs et blancs, représentent le cône primitif de chaque dent, appelé le *protocone*. C'est le type triconodonte.

C, représente les mêmes dents avec les tubercules accessoires déplacés, vers le dedans dans les inférieures, et vers le dehors dans les supérieures. C'est le type triangulaire ou trituberculaire.

Nous avons déjà dit que d'après la théorie de la complication graduelle, le stade triconodonte aurait été acquis par la formation de deux cuspides accessoires au cône unique de la dent simple, placés à la base de la couronne, un en avant et l'autre en arrière sur la même ligne longitudinale ; cette complication aurait été précédée par la bifurcation de la racine.

Nous ne doutons pas de la possibilité que par des causes mécaniques puissent se développer des cuspides accessoires à la base de la couronne des dents coniques ; ce que nous n'admettons pas, c'est que cette complication ait pu être accompagnée par une bifurcation de la racine, et qu'une augmentation graduelle dans la complication ait pu donner origine aux dents plexodontes. Pour penser ainsi nous nous appuyons sur la présence dans les reptiles et dans les poissons, de dents à couronne triconodonte sans que les racines soient bifurquées ; d'un autre côté, dans cette théorie, on n'a pas encore pu dire pourquoi les racines simples se seraient compliquées.

Nous remarquons que presque tous les animaux à dents de couronne triconodontes, qu'ils soient mammifères, reptiles ou poissons, ont les dents très serrées ; nous pouvons donc attribuer la cause initiale du triconodontisme à un grand raccourcissement de l'espace dentaire qui amena le resserrement des dents de telle façon que chaque dent d'une mâchoire s'enchassait fortement entre deux dents de la mâchoire opposée, comme autant de coins, dû aussi en partie à leurs bases plus larges que leurs sommets. Les cuspides des dents d'une mâchoire exerçait ainsi une forte constriction en avant et en arrière de la base de la couronne de chacune des dents de l'autre mâchoire empêchant leur croissance régulière ; l'émail et la dentine, ne pouvant pousser dans la direction de l'axe vertical de la dent, se forma au-dessous du cuspide de la dent opposée, une expansion latérale qui dépassant les limites du sommet de cette dernière reprit sa direction verticale formant un crochet ou tubercule basal. Ces tubercules ont donc poussé entre les plans de contact de deux dents opposées, ces plans constituant les lignes de moindre résistance; c'est ainsi que se sont formés les deux tubercules accessoires à la base de chaque dent, un en arrière et l'autre en avant, comme on les voient dans les genres *Haplodactylus* et *Galesaurus*, mais cette complication de la couronne ne changea en rien la forme de la racine. Ce type triconodonte diffère donc complètement du stade triconodonte théorique, à trois tubercules sur la même ligne, mais avec deux grandes racines complètement séparées et les dents fortement espacées, de sorte que le tubercule postérieur de chaque dent ne touche que le tubercule antérieur de la dent opposée de l'autre mâchoire. Ce type théorique n'a pas encore été rencontré.

D'après la théorie de la complication graduelle, la transformation du stade triconodonte au stade triangulaire se serait effectuée par le déplacement des tubercules antérieurs et postérieurs de chaque dent, qui se seraient portés en dedans dans les molaires inférieures et en dehors dans les supérieures ; les molaires inférieures auraient ainsi un tubercule externe et deux internes, et les supérieures un interne et deux externes : bref, la base du triangle de chaque dent serait en dehors dans les supérieures et en dedans dans les inférieures. Les tubercules accessoires étaient destinés à remplir les espaces intermédiaires et produire ainsi un certain degré d'interposition entre les cônes principaux (protocones). Les cuspides accessoires disent-ils, étant plus faibles, ils étaient aussi moins résistants à la pression ; comme les dents inférieures rentrent en dedans des supérieures, ont poussés en dehors les tubercules accessoires de ces dernières, tandis que celles supérieures poussaient en dedans les tubercules correspondants de celles inférieures, se produisant ainsi en haut et en bas la forme en triangle.

On peut opposer à cela, que la denture triconodonte étant dû, comme nous l'avons démontré, à un resserrement des dents, il est difficile d'admettre leur espacement comme le veut la théorie de la complication graduelle ; cet espacement est d'autant plus inadmissible que les cuspides centraux résulterait alors sans aucune fonction mécanique à remplir. Dans tous les cas connus de denture triconodonte, les dents sont très serrées comme le démontre le genre type *Triconodon* et les autres formes jurassiques alliées. Dans le chien, les incisives peu usées, quoique à une seule racine, ont la couronne triconodonte et sont très pressées comme les molaires du *Galesaurus* qui présentent la même conformation. L'espacement des dents triconodontes n'était donc pas possible et leur alternance était très petite, de façon que les molaires inférieures dépassaient à peine les supérieures, le grand cuspide (cuspide du milieu ou protocône) des molaires inférieures usant un peu en avant et vers le côté interne, le cuspide correspondant des molaires supérieures. Les dents inférieures en glissant sur le côté interne des supérieures ne pouvaient nullement produire le déplacement des cuspides accessoires, puisque la pression avait lieu entre les tubercules homologues et d'une égale résistance, et les efforts dans les deux directions opposées étant absolument égaux, la continuation de ce mouvement n'aurait fait tout au plus que comprimer les dents et leur faire prendre la forme de lames coupantes.

Venons maintenant au type trituberculaire ou triangulaire théorique; tel qu'il nous est présenté dans le schéma que nous avons reproduit plus haut, il y aurait une alternance complète entre les dents des deux mâchoires, plus accentuée encore que celle qu'on attribue au type triconodonte théorique. Il est dit que cette conformation devait constituer un appareil très approprié pour couper les aliments et représentait un avancement sur le stade triconodonte. Nous ne le croyons pas. Dans la nature actuelle, nous voyons que les dents coupantes des animaux carnassiers sont disposées avec leurs parties destinées à couper sous la forme de lames longitudinales, d'autant plus coupantes que les animaux sont plus carnassiers, et toutes les formes éteintes qui s'y rapprochent présentent une conformation fondamentalement identique. Le type triangulaire serait donc un appareil dentaire à couper formé par des lames transversales, ce qui constituerait une exception improbable; en outre, ces dents ne ressemblent en rien à des lames; leur forme triangulaire n'était pas appropriée pour couper et encore moins pour la mastication ou l'écrasement des aliments, puisque les surfaces des couronnes des dents supérieures et inférieures n'étaient pas superposées sinon alternes.

Ces raisonnements, nous paraît-il, suffirait déjà pour faire repousser cette théorie, mais nous en avons encore d'autres.

Examinons un instant la denture supérieure d'un carnassier et nous verrons que les dents coupantes supérieures sont d'un type triangulaire plus ou moins parfait, c'est-à-dire qu'elles sont formées par une lame tranchante longitudinale externe portée par deux racines placées sur la même ligne et par un talon interne qui repose sur une troisième racine constituant le sommet du triangle. Chez les Félidés qui sont les plus carnassiers des mammifères, la couronne de la dent carnassière est formée presque exclusivement par la lame longitudinale, le talon interne étant excessivement réduit. Tous les naturalistes qui sont un peu familiarisés avec l'étude des genres fossiles, reconnaîtrons facilement que cette forme en lame coupante s'est constituée par une réduction graduelle du talon interne qui est plus développé chez les formes voisines, et plus développé encore chez les formes fossiles que chez les formes vivantes. Les formes primitives et plus anciennes de ces groupes avaient donc des molaires triangulaires. Dans les Hyaenodontidés de l'hémisphère nord, cette forme coupante porte sur deux molaires de chaque côté qui se trouvent à des stades différents, l'antérieure ayant le tubercule ou talon interne plus développé que la suivante. Chez les Borhyaenidés de l'Argentine il y a trois molaires supérieures qu'on pris la forme tranchante ; le tubercule du talon interne a presque complétement disparu laissant à peine des traces visibles tandis que la racine correspondante se conserve bien développée. Il est d'ailleurs certain que cette forme chez les Borhyaenidés a été obtenue par une modification des dents triangulaires des autres Sparassodontes au moyen de l'atrophie graduelle du talon interne.

A cette forme tranchante des molaires supérieures correspond une conformation semblable de celles de la mandibule.

Remarquons encore qu'à ce stade les molaires présentent une conformation assez semblable à celle du type appelé triconodonte, puisque dans les deux cas elles sont formées par trois ou quatre cuspides placés sur la même ligne longitudinale, celui du milieu étant le plus fort.

Revenons maintenant encore à la théorie de la complication graduelle. Pour expliquer la formation des dents carnassières, ils font évolutionner la dent triconodonte supérieure de sorte que le cuspide du milieu, plus grand se porte en dedans pour constituer le sommet du triangle ou talon interne, les dents prenant ainsi le type triangulaire ; ce talon interne se serait après effacé graduellement pour permettre aux dents de prendre la forme tranchante, que c'est presque la même du type triconodonte, revenant ainsi à leur point de départ. Mais, la nature, pourquoi aurait fait ce détour? Pour nous cela est un fait inexplicable. Nous voyons que les dents triconodontes sont formées par trois cônes placés sur la même ligne longitudinale représentant déjà une lame, quoique assez épaisse ; nous voyons que celles de la mandibule glissent sur le côté interne des supérieures ; ces dents n'avaient [donc qu'à continuer à fonctionner verticalement comme des ciseaux et les lames se seraient comprimées jusqu'à devenir tranchantes, sans besoin de passer par le type triangulaire d'un fonctionnement complètement distinct, pour après revenir à peu près à la même forme de couronne (triconodonte) quoique pourvue d'une racine interne en plus, absolument inutile, et que l'on ne nous dit pas comment a-t-elle été acquise ni quel est son rôle fonctionnel. Cette explication nous paraît forcer un peu trop les faits pour les adapter malgré eux à des idées préconçues que d'après nous n'ont pas de base solide, même dans la paléontologie, que c'est où l'on cherche de préférence des preuves à l'appui.

Du reste, nous nous sommes déjà expliqué sur l'impossibilité mécanique d'une denture formée par des dents triangulaires à bases successivement inverties et alternant d'avant en arrière, celles d'en haut avec celles d'en bas ; une denture semblable serait désavantageuse aussi bien pour les formes de tendances carnivores que pour celles de tendances omnivores ou herbivores ; un appareil dentaire ainsi conformé ne pourrait servir ni à couper, ni à mâcher, ni à déchirer.

Pourtant, supposons un' instant que cela soit possible ; s'agissant d'un stade par lequel ont dû passer tous les mammifères à dents compliquées on devrait trouver une foule de genres présentant une conformation semblable et alors nous pourrions croire que dans cette théorie il y a quelque chose de vrai.

Eh bien, il n'y en a pas, et le très petit nombre de ceux que l'on a cru qui représentent ce stade possèdent une denture ayant une toute autre signification.

Si la théorie était vraie, parmi les formes fossiles plus anciennes, celles mésozoïques, par exemple, on devrait trouver fréquemment le type triangulaire à dents alternes ; au lieu de cela nous voyons que la plupart des types jurassiques possèdent des dents avec les couronnes à deux, trois ou quatre cuspides sur la même ligne longitudinale. Il y a très peu de genres à dents triangulaires et celles-ci ne sont pas disposées d'une manière alterne. Le *Menacodon (Tinodon)* Marsh qui est un de ceux qui se rapprochent davantage de ce type triangulaire idéal, a les molaires inférieures (les seules connues) suivies l'une après l'autre et non séparées par une disposition alterne. Le *Spalacotherium* Owen, présente une conformation semblable.

Les genres *Amblotherium*, *Phascolestes*, etc., montrent également des molaires triangulaires, mais ici aussi ces organes sont en série continue et non alterne ; en outre, ces molaires présentent le cône central beaucoup plus développé que ceux latéraux, ces derniers étant unis à celui du milieu par des crêtes assez hautes et séparées sur le côté le plus large des dents, de façon que la base de chaque triangle soit en coche. Cela prouve que le cône plus développé des molaires supérieures s'usait contre le correspondant des inférieures et que les tubercules latéraux s'usaient dans les coches des dents opposées. C'est un système de denture qui plutôt paraît le résultat d'une simplication des molaires et n'a pas de semblable dans la nature actuelle, si ce n'est, comme nous le verrons bientôt, chez quelques insectivores.

La plus grande ressemblance de ces types jurassiques est avec d'autres genres de la même époque qui constituent la famille des *Stylacodontidae* (*Amblotheridae*), dont les genres plus notables sont *Stylacodon*, *Dryolestes, Asthenodon,* etc. Nous voyons dans les molaires de ces genres une couronne triangulaire comme dans les genres précédents, mais avec le cône central plus développé et les tubercules latéraux unis à ce dernier pour former une couronne proportionnellement plus petite et beaucoup plus haute; c'est évidemment une simplification du type antérieur représenté par le *Menacodon (Tinodon),* comme on le reconnaît facilement aux racines qui se sont rapprochées et presque fusionnées : Souvent, les racines des molaires inférieures se sont déplacées (*Stylacodon*, *Asthenodon*) de sorte qu'au lieu d'être une en avant et l'autre en arrière, se trouvent une en dedans et l'autre en dehors, c'est-à-dire dans une direction transversale au lieu de celle longitudinale qui est la règle générale. Quelques genres ont les molaires espacées, mais non complètement alternes sinon que les pointes principales d'en haut et d'en bas s'usaient réciproquement.

C'est le *Chrysochlorys* que dans la nature actuelle sé rapproche davantage de ces formes mésozoïques, et c'est précisément aussi le genre existant que l'on a mentionné comme représentant le type triangulaire primitif. Plus haut nous avons déjà dit que cela n'est pas exacte, mais le cours de la discussion nous porte à dire encore quelques mots sur ce sujet.

Dans le *Chrysochlorys* les molaires sont espacées et d'un type particulier. Ces dents à couronne tricuspidée, sont très comprimées d'avant en arrière constituant des lamelles ; les trois cuspides sont très bas en proportion de la couronne qui est tellement longue que chaque dent a pris la forme d'un prisme triangulaire. Malgré leur emplacement, ces dents ne sont pas alternes sinon que les supérieures reposent sur les inférieures, le cuspide principal de chaque dent supérieure s'usant contre le cuspide principal de la dent inférieure correspondante. A cause de cette conformation, ces dents ont une tendance à se simplifier encore davantage ; leur base ne se ferme que très tard, se divisant en deux racines très courtes placées transversalement même dans la mandibule comme dans l'ancien genre *Stylacodon*. Il est assez facile de reconnaître que ces dents sont une simplification de celle des anciens genres jurassiques *Dryolestes*, *Asthenodon*, etc., et sont en voie d'évolution vers la forme prismatique à base ouverte et à croissance continue, stade qui était déjà presque atteint par le genre fossile *Necrolestes* du tertiaire de Patagonie. Chez le *Necrolestes* la forme en lame triangulaire est encore plus accentuée, le fût des dents est absolument égal d'un bout à l'autre, avec les trois cuspides de la couronne très bas et qui disparaissent bientôt, chaque dent supérieure ne touchant que celle correspondante de la mandibule ; cela fait que ces organes sont encore plus espacés que dans le *Chrysochloris* et non alternes. Chez les vieux individus, chaque dent, aussi bien d'en haut que d'en bas, montre des vestiges de deux racines placées transversalement mais qui ne se séparaient jamais.

Un autre genre encore plus ancien, le *Kurtodon* Osborn, du jurassique d'Angleterre qui probablement appartient à la même ligne phylogénétique, avait acquis à peu de chose près le même degré de simplification ; les dents étaient triangulaires, à couronne presque plate, de fût prismatique et le bout divisé en deux racines très courtes placées transversalement ; la denture de ce genre ne diffère de celle du *Necrolestes* que par les molaires très serrées.

Nous voyons donc que dans tous les genres avec des molaires simplement triangulaires aux deux mâchoires, de n'importe quelle époque, les dents ne sont pas alternes et se présentent toujours comme étant en voie de simplification et non de complication. On ne trouve nulle part et à aucune époque, une denture correspondante au type triangulaire idéal que l'on a donné comme constituant le point de départ de toutes les formes de dentition plexodontes.

Jettons maintenant un coup-d'œil aux mammifères tertiaires ou plus modernes, présentant des molaires supérieures triangulaires. Ces dents se trouvent chez quelques ongulés, mais elles ne sont fréquentes que chez les carnassiers placentaires et marsupiaux; ainsi que chez les Créodontes et Sparassodontes. Or, il est à remarquer que dans tous ces cas, sans aucune exception, aux dents triangulaires supérieures, correspondent des dents inférieures quadrangulaires ou rectangulaires, parfois en lames et à quatre ou cinq cuspides, plus rarement à trois. Nulle part on ne trouve des dents triangulaires inférieures correspondants à des dents triangulaires supérieures, ce qui est très significatif et plaide contre la théorie de la complication graduelle et de la trituberculie primitive. Nous voyons aussi que la forme triangulaire supérieure est accompagnée d'un écartement des molaires sur le côté interne, tandis qu'elles restent en série continue sur l'externe ; or, dans cet écartement se loge précisément le plus développé des cuspides des dents inférieures comme si le déplacement et le rétrécissement du còté interne des molaires supérieures ne fût que le résultat de l'interposition de ce cuspide inférieur. Nous verrons à la suite qu'il en est effectivement ainsi, et que par conséquent, la forme triangulaire des molaires supérieures, c'est presque toujours le résultat d'une modification ou simplification de molaires qu'avaient le type quadrangulaire.

Les dents compliquées et à racines multiples des mammifères, tirent leur premier origine de la fusion de plusieurs dents simples primitives, plus ou moins coniques. Cette fusion eut lieu pendant la période embryonnaire ; ce furent les embryons dentaires qui se fusionnèrent. Ces embryons, placés dans le fond d'un sillon dentaire, étaient trop nombreux, et n'ayant pas de place pour se développer indépendamment, ils se trouvèrent bientôt en contact, d'où il en résulta la fusion.

L'état triconodonte des couronnes des dents peut-être le résultat d'une évolution progressive ou régressive ; le nombre de racines est de deux par chaque dent dans l'état triconodonte acquis par évolution régressive, et d'une seule dans celui d'évolution progressive.

Le point de départ de l'évolution progressive, c'est le type de denture haplodonte. Les dents coniques, simples et pointues des deux mâchoires, alternent d'avant en arrière, de manière que la couronne de chaque dent se place entre les couronnes de deux dents de la mâchoire opposée. Si l'espace dont dispose la série dentaire se raccourci, les dents de chaque mâchoire se presseront les unes aux autres ; alors la couronne de chaque dent entamera peu à peu obliquement les bases des couronnes de deux dents de la mâchoire opposée entre lesquelles s'emboîte, et par le procédé dont nous avons parlé plus haut, produira en avant et en arrière de chaque dent, une espèce de talon ou crochet ; ces tubercules se développent jusqu'à prendre la forme de denticules accessoires. C'est la forme de triconodontie que l'on trouve chez certains reptiles, par exemple le *Galesaurus*. La modification de la couronne ne modifie pas la base qui reste toujours à une seule racine. Il peut arriver aussi que la complication de la couronne augmente par la formation de nouveaux denticules sur la même ligne longitudinale, mais la racine ne varie pas.

Dans l'acquisition de l'état triconodonte par évolution régressive, le point de départ est une dent déjà compliquée. Les molaires formées par la première fusion des dents simples, c'étaient des dents multicuspidées qui avaient autant de cuspides que le nombre de dents rentrées en fusion. Les dents quadrangulaires et quadrituberculaires, à quatre cuspides principales et quatre racines distinctes, procèdent directement de cette première fusion. Ces dents étaient à tubercules aigus et disposées pour un régime insectivore. De ce stade les molaires ont évoluées en se compliquant ou en se simplifiant, selon que les différentes branches de mammifères tendaient vers le régime herbivore ou vers le régime carnivore.

Dans l'évolution vers le régime herbivore, les couronnes des dents supérieures tendent à se placer exactement sur les couronnes des dents inférieures pour effectuer la fonction de la mastication des aliments ; les mouvements des mâchoires deviennent horizontaux, soit latéralement, soit d'avant en arrière, selon les groupes. Les cuspides aigus primitifs s'aplatissent et deviennent des mamelons, produisant la denture omnivore de certains antiodactyles et d'autres groupes d'ongulés primitifs. Cette forme se complique davantage par la formation de plissements de l'émail (ruminants, équidés), ou l'addition de tubercules accessoires (Suidés) etc., en augmentant aussi considérablement la grandeur des couronnes.

Dans l'évolution vers le régime carnivore, les dents quadrituberculaires se sont modifiées pour prendre une forme tranchante, et les mouvements des mâchoires sont devenus graduellement verticaux ; les dents d'en haut en se pressant sur celles d'en bas font l'office de ciseaux ou tranchets.

Pour bien comprendre comment cette transformation a eu lieu, il faut se rappeler que les branches mandibulaires étant étroites, les dents n'ont pu y prendre le développement qu'elles ont pris à la mâchoire supérieure. Les molaires compliquées étant donc toujours plus étroites à la mâchoire inférieure qu'à la supérieure, il en résulte que, dans l'acte de la mastication, les deux séries des dents étant superposées, les couronnes des molaires inférieures doivent laisser à découvert une partie de la surface des couronnes des molaires supérieures. En plus, les deux branches de la mandibule formant une parabole plus étroite que la série dentaire supérieure, il est naturel que les molaires inférieures doivent se placer contre la partie interne de la couronne des supérieures, laissant à découvert leur partie externe. Dans ces conditions, pour que les dents aient pu devenir tranchantes et s'effectuer le mouvement vertical des màchoires, il a fallu que la partie interne des molaires s'atrophiàt et que l'externe se développât en forme de tranchet, afin que les molaires inférieures pussent glisser sur le còté interne des supérieures, et celles-ci sur le còté externe des inférieures.

Les molaires, comme toutes les parties dures en voie de croissance, se développent dans la direction qui leur offre le moins de résistance. Étant les màchoires fermées et les dents inférieures alternant un peu avec les supérieures, chaque molaire inférieure en supporte deux supérieures, et les espaces qui séparent les dents ou les lignes de contact de celles-ci dans chaque mâchoire, alternent avec les espaces ou les lignes de conctact de l'autre mâchoire ; ces espaces et ces lignes de contacte constituent les points qu'offrent le moins de résistance aux développements des couronnes des molaires de la mâchoire opposée. Au premier stade de l'évolution vers la forme tranchante, le tubercule antérieur externe de chaque molaire inférieure s'interpose et pénètre dans l'espace qui sépare les deux molaires supérieures opposées, sur le côté interne ou dans leur ligne de contact ; il se forme ainsi sur la molaire inférieure un cône ou cuspide principal qu'en pénétrant entre les deux molaires supérieures les écarte et rétrécie progressivement leur côté interne ; le rétrécissement se réalise par une atrophie du coin postéro-interne (¹) tandis que le còté

(¹) Dans les molaires antérieures caduques l'atrophie porte de préférence sur le coin antéro-interne. On a fait remarquer que les Esquimaux ont les molaires supérieures plus triangulaires que les blancs et comme il s'agit d'une race inférieure on a donné cela comme une preuve que chez l'homme la denture était primitivement triangulaire. Pourtant on ajoute aussi que les Esquimaux coupent leur nourriture plutôt que de la mâcher, et alors la forme triangulaire ne serait que le externe reste toujours continu, ce qui donne à ces molaires une forme triangulaire ou trituberculaire. Le rétrécissement du côté interne des molaires supérieures est accompagné d'un rapprochement des deux racines internes qui finissent par se souder, ne formant plus qu'une seule ; les molaires n'ont alors que deux racines externes, une interne et une couronne triangulaire. Voilà, d'après nous, l'origine du type de denture désigné sous le nom de trituberculaire.

En continuant l'évolution des molaires supérieures vers la forme tranchante, le coin ou tubercule interne continua à diminuer et a se rapprocher de l'angle antérieur externe, jusqu'à qu'il termina pour se placer sur le devant, le cuspide qui était l'antéro-externe devenant ainsi le cuspide moyen. Ce dernier cuspide prit à son tour un grand développement en pénétrant entre les deux molaires inférieures opposées par la partie externe de leur ligne de contact. Ce changement fut suivi par le déplacement du cuspide antérieur interne des molaires inférieures qui vint se placer sur le côté externe en avant du tubercule antéro-externe primitif.

Arrivées à ce stade, les molaires supérieures et inférieures présentent trois cuspides placés sur la même ligne longitudinale, celui du milieu de chaque dent étant le principal, pour s'être développé davantage en s'interposant comme un coin entre les deux molaires de la mâchoire opposée. Le nombre de racines est de deux, aussi bien en haut qu'en bas. Celui-ci c'est le fameux type triconodonte ; il est toujours le résultat d'une évolution régressive, et il se distingue facilement du type triconodonte acquis par complication de la dent haplo-

---

résultat d'une tendance vers le régime carnassier et une confirmation de notre théorie. A la forme supérieure plus triangulaire doit correspondre des molaires inférieures présentant le tubercule antéro-externe plus développé. Comme règle générale les molaires supérieures sont d'autant plus triangulaires que les inférieures sont plus coupantes.

donte primitive (caractéristique des reptiles) pour posséder deux racines bien séparées.

Ce stade triconodonte nous le trouvons chez plusieurs mammifères de notre époque, et particulièrement chez les Pinnipèdes. Le genre *Halichoerus* nous en fournit un exemple frappant, et que personne ne doutera qu'il s'agit bien d'un triconodontisme acquis par une simplification de la denture. Une comparaison de la denture de l'*Halichoerus antarcticus*, par exemple, avec celle du *Dromotherium*, est bien instructive, car on comprend immédiatement que dans les deux cas il s'agit d'une simplification semblable par évolution regressive avec la seule différence que dans le dernier de ces genres cette simplification avait déjà dépassé l'état triconodonte.

Dans l'évolution de la denture vers le type carnassier, les molaires, à partir du stade triconodonte des couronnes (car l'évolution des racines est souvent en retard) sont devenues de plus en plus tranchantes jusqu'à se transformer dans les dents carnassières des Carnivores placentaires où les dents plus ou moins tranchantes des Créodontes, des Sparassodontes et des Dasyuridés. Ces dents prirent un si grand développement qu'elles rendaient en partie inutile les molaires de remplacement qui par une atrophie graduelle des cuspides antérieur et postérieur perdirent leur forme triconodonte, devenant souvent à un seul cuspide et à une seule racine ; parfois, elles ont complètement disparu faute d'usage.

Chez beaucoup d'herbivores à dents compliquées l'on remarque que les molaires inférieures ont conservé le type quadrangulaire tandis que les supérieures sont devenues triangulaires ou trituberculaires. Comme règle générale, cette simplification est due à la faute d'espace pour le développement du côté interne des molaires supérieures. Les animaux présentant cette particularité ont les séries dentaires fortement arquées, de sorte que la ligne externe de la denture formée par la courbe convexe est beaucoup plus longue que la ligne interne formée par la courbe concave ; c'est ce raccourcissement de la ligne interne qu'a produit la réduction du côté interne des molaires. Le *Curtodon* qui est le plus ancien mammifère herbivore possédant des molaires trituberculaires, se trouve dans ce cas ; ses arcades dentaires sont fortement arquées. Quand les séries dentaires sont restées parallèles, les dents des herbivores ont conservé le type quadrangulaire ou sont devenues encore plus compliquées, comme nous en offrent de beaux exemples la presque totalité des genres d'herbivores du jurassique (*Bolodon*, *Allodon*) et même du trias (*Tritylodon*, *Triglyphus*).

Nous pouvons encore ajouter que, quand des causes de spécialisation n'exigent pas le contraire, les molaires sont d'autant plus grandes qu'elles disposent de plus d'espace pour se développer. C'est à cause de cela, qu'en général les incisives sont les dents les plus petites et les vraies molaires les plus grandes.

La transformation des racines a suivie de près la transformation des couronnes. En général la réduction ou l'atrophie des racines est moins avancée à la mâchoire supérieure qu'à l'inférieure, et cela est dû à qu'elles disposent pour se développer, de plus de place en haut qu'en bas.

Dans les molaires supérieures, la disposition primitive des racines s'est conservée avec beaucoup plus de fréquence sur le côté externe que sur l'interne ; ici aussi ce n'est que question de plus ou moins de place ; les arcades dentaires presque toujours décrivent une courbe plus ou moins accentuée, et la courbe externe forme un arc de diamètre plus considérable que celui de la courbe interne ; il en résulte que la partie interne des molaires dispose de moins de place que la partie externe, et cela produit le rapprochement, la fusion ou l'atrophie, selon les cas, des racines internes.

Quand les molaires supérieures n'ont que trois racines, il y en a deux sur le côté externe et une sur l'interne, cette dernière étant toujours le résultat de la fusion de deux racines distinctes. Chez la presque totalité des ongulés, la fusion des deux racines internes est le résultat de la diminution de la place destinée à leur développement. Chez les carnassiers (Carnivores, Créodontes, Sparassodontes, Dasyuridés, Didelphydés, etc.), cette fusion est due principalement au rétrécissement de la partie interne des molaires, produit par l'interposition entre chaque deux molaires, du cuspide principal de la molaire inférieure opposée ; ce cuspide prend un grand développement et glisse sur le bord interne des molaires supérieures afin de permettre les mouvements verticaux des mâchoires, nécessaires dans le régime carnivore.

Les molaires supérieures de remplacement peuvent avoir d'une à quatre racines ; quand elles conservent le nombre primitif de quatre, la couronne présente souvent la même forme des molaires persistantes.

Quand les racines sont au nombre de trois, il y en a une interne et deux externes, ou une en avant et deux en arrière. Dans le premier cas, la racine interne représente les deux racines internes fondues, absolument comme dans les molaires persistantes. Dans l'autre cas, d'une racine antérieure et deux postérieures, la racine impaire placée en avant représente les deux racines antérieures ; la racine disparue c'est l'antérieure interne qui s'est fondue à l'antérieure externe, tandis que le tubercule correspondant s'est atrophié et a disparu.

Quand les racines ne sont qu'au nombre de deux, une en avant et l'autre en arrière, cette dernière aussi représente deux racines qu'autrefois étaient séparées ; la racine disparue, c'est la postérieure interne qui s'est fondue à la postérieure externe ; le cuspide postérieur interne correspondant peut avoir disparu par atrophie ou s'être conservé.

Pourtant, dans quelques cas, et spécialement chez quelques groupes (Zeuglodontes, Squalodontes, plusieurs mammifères mésozoïques, etc.), les prémolaires biradiculées ainsi que les canines qui offrent le même caractère, sont probablement le résultat de la fusion de seulement deux dents primitives.

A la mâchoire inférieure, les molaires persistantes ont deux ou quatre racines, rarement une seule ou plus de quatre (cinq, six ou huit), plus rarement encore, trois.

Si les racines sont au nombre de quatre, elles sont toujours distribuées en deux paires, l'une antérieure et l'autre postérieure ; c'est la forme primitive, la même que l'on trouve à la mâchoire supérieure. Quand il n'y a que deux racines, une antérieure et l'autre postérieure (cas le plus fréquent), chacune représente la paire de racines séparées qui se sont rapprochées et fondues dans une seule.

On remarquera que, dans cette transformation il y a une différence avec les molaires persistantes supérieures ; à la mâchoire supérieure ce sont les deux racines internes qui se soudent en une seule, tandis qu'à la mâchoire inférieure la fusion se réalise toujours par paires transversaux.

Les cas de plus de quatre racines (cinq, six ou huit) sont très rares et ne se présentent qu'à la dernière molaire inférieure (quelques proboscidiens font exception mais nous ne possédons pas assez de matériaux pour nous en occuper avec profit). Il paraît que dans ces cas il y a eu une nouvelle fusion des germes de deux dents composées.

Les molaires uniradiculées, sont le résultat d'une atrophie ou d'un rapprochement des racines qui amena leur fusion dans une seule ; on observe cet état surtout à la dernière molaire.

Les molaires de remplacement inférieures peuvent avoir d'une à quatre racines ; dans le dernier cas elles représentent le type primitif et ont la même forme des molaires persistantes.

Les molaires de remplacement à trois racines ont toujours une racine en avant qui est le résultat de la fusion des deux racines antérieures primitives, les deux postérieures se conservant séparées. Comme dans le cas des molaires de remplacement supérieures, la racine disparue c'est l'antérieure interne qui s'est fusionnée à l'antérieure externe ; généralement l'atrophie ou la fusion du cuspide antéro-interne à l'antéro-externe a précédée l'atrophie ou la fusion de la racine correspondante.

Pour les molaires de remplacement et les canines inférieures biradiculées, il en est absolument de même que les supérieures, c'est-à-dire qu'elles peuvent être le résultat de la fusion de quatre racines deux à deux, ou de la fusion de deux dents simples uniradiculées, selon les groupes. Les dents fusionnées peuvent être de la même série ou de deux séries.

Les molaires de remplacement à une seule racine, aussi bien supérieures qu'inférieures, doivent leur état uniradiculée à la fusion des racines ou à leur atrophie.

Comme règle générale, les molaires de remplacement se sont modifiées en se simplifiant et en devenant tranchantes d'avant en arrière. Cette simplification est due, en partie au rétrécissement vers le devant de la partie alvéolaire des mâchoires, et en partie, à ce que les dents antérieures, même chez les herbivores, servent jusqu'à un certain point à découper, et prirent en conséquence une forme tranchante qui disparaît graduellement en arrière.

Pour ce qui concerne les molaires persistantes, la dernière ou postérieure est généralement plus ou moins atrophiée, due au raccourcissement de l'espace dentaire, produit le plus souvent par l'acccroissement du cerveau (¹). Cette réduction, à l'inverse de ce qui a lieu pour les molaires de remplacement, marche d'arrière en avant.

De cette marche inverse de la réduction dentaire, il en résulte que sauf quelques exceptions, le type primitif de la denture ne se conserve qu'au milieu de la série, sur la première molaire persistante qui est toujours la dernière dent à se transformer.

RÉGRESSION A LA FORME HAPLODONTE (²). — On a vu que les dents composées, multiradiculées et à couronne compliquée,

---

(¹) AMEGHINO, *Filogenia*, p. 103, 104, 108 à 110, etc.

(²) «Cet examen de l'évolution de la denture nous montre qu'un organe peut se ressembler aux deux extrêmes de son évolution. Nous voyons très souvent se simplifient, diminuant la complication de la couronne et réduisant graduellement le nombre de racines de quatre à trois, de trois à deux et à la fin à une seule. La simplification de la couronne s'est accomplie en passant graduellement des stades quadrangulaire et quadrituberculaire aux stades triangulaire et trituberculaire et de celui-ci au stade triconodonte ; au-delà de ce dernier la simplification s'est accomplie par la suppression graduelle des tubercules antérieur et postérieur de chaque dent, ne restant que le tubercule ou cuspide central ; les dents ont alors repris leur forme primitive, conique et pointue.

Nous avons vu aussi, que cette simplification est plus fréquente et s'accomplie plus rapidement dans les molaires antérieures de remplacement que dans les postérieures, ou que dans les molaires persistantes.

Pourtant, dans quelques cas, la simplification a porté sur la totalité des molaires de remplacement et des molaires persistantes à la fois, produisant une denture à dents coniques et pointues dans toute l'étendue des mâchoires, comme le genre *Collorhinus*, chez les Pinnipèdes, nous en offre un bel exemple à notre époque. Nous croyons qu'aucun naturaliste n'oserait prétendre que la denture de ce mammifère se trouve à son premier stade de développement. L'étude des autres genres du même groupe démontre qu'on est en présence d'une denture qui a parcourue tous les stades de simplification jusqu'à reprendre la forme conique et pointue primitive. La denture du genre *Callorhinus* est une modification de la denture triconodonte du genre *Halichoerus*, et cette dernière une modifi-

les dents simples à une seule racine se réunir par deux et par trois pour former les molaires composées à deux ou trois lobules, après commence l'atrophie par la disparition successive des lobules et des racines correspondantes jusqu'à que ces molaires reprennent une autre fois la forme d'une dent simple à une seule racine. » AMEGHINO, *Filogenia*, p. 110, a. 1884).

cation de la denture trituberculaire des mammifères carnassiers terrestres (Carnivores, Créodontes ou Sparassodontes).

Néanmoins, dans cette évolution vers la simplification, la forme simplement conique et pointue des dents n'a pu être reprise que chez les animaux qui ont persisté dans le régime carnivore. Cette forme est absolument incompatible avec le régime herbivore ; c'est pour cela que chez les mammifères herbivores, les molaires persistantes et de remplacement tout en se simplifiant, au lieu de prendre une forme conique et pointue, leur couronne s'est aplatie et parfois s'est même creusée, afin que ces organes puissent continuer à remplir la fonction de broyer les aliments ; les Dugons parmi les Sireniens, le *Ctenomys* parmi les rongeurs, et d'autres mammifères nous offrent de beaux exemples de cette évolution vers la simplification adaptée au régime herbivore ; souvent elle est allée beaucoup plus loin, produisant une forme de denture complètement différente et bien plus avantageuse que toutes les autres ; c'est de cette dernière que nous allons maintenant nous occuper.

DENTS A CROISSANCE CONTINUE. — « Ce changement dans la denture générale de l'animal (la transformation de la denture diphyodonte en denture monophyodonte), est souvent accompagné de modifications profondes dans la conformation des dents. Ces organes, chez la plupart des mammifères dans l'âge adulte, se présentent avec des racines distinctes et oblitérées ; chez d'autres, les couronnes des dents s'allongent, tandis que les racines se raccourcissent et s'oblitèrent à une époque de plus en plus avancée, jusqu'à qu'elles terminent par rester ouvertes pendant toute la vie, conservant à la base la pulpe matrice qui fourni les matériaux à la croissance indéfinie des dents... » (AMEGHINO, *Filogenia*, p. 268, a. 1884).

Cette transformation qui s'est effectuée dans plusieurs groupes par séparé, est en voie de s'accomplir chez d'autres. C'est le plus haut degré d'évolution atteint par la denture.

Que les dents à croissance continue sont le résultat d'une évolution des dents à croissance limitée, c'est un fait aujourd'hui tellement connu qui nous relève de l'obligation d'en fournir les preuves ; néanmoins nous mentionnerons quelques exemples de cette évolution.

Ainsi, les plus anciens représentants de l'ordre des Sireniens et en général tous les genres tertiaires possèdent des dents à racines distinctes et de bouts oblitérés ; ce n'est que dans quelques unes de formes plus modernes, et spécialement chez le Dugong, que l'on voit des dents prismatiques, ayant la même forme d'un bout à l'autre et à base ouverte.

Chez les rongeurs, ce n'est que dans les formes plus modernes que l'on trouve des dents à croissance continue, sans racines et de base ouverte (*Eryomyidae, Cavidae, Octodontidae, Arvicolini,* etc.). Les plus anciens antécesseurs fossiles de ces formes (*Sphodromys, Spheromys, Acaremys, Hedimys, Phanomys, Scleromys*, etc.), avaient des molaires à racines bien formées, distinctes et avec les bouts oblitérés.

Les anciens Toxodontes (*Nesodon, Coresodon, Adinotherium*, etc.), avaient des dents avec des racines distinctes et obliterées. Leurs descendants plus modernes, les *Toxodon*, les *Haplodontherium*, etc., avaient des dents sans racines et de base ouverte.

L'*Elasmotherium* de Sibérie n'était qu'un rhinocéros dont le fût des dents s'était allongé, ne formant plus de racines séparées et la base restant ouverte ; dans ce genre l'évolution vers la forme de dents à croissance continue était sur le point de se terminer.

Chez les Equidés, les molaires sont en voie d'évolution vers le stade à croissance continue. Ces dents sont de fût très allongé, leurs racines ne se forment que très tard, restent très courtes et ne s'oblitèrent que dans l'extrême vieillesse. Les précurseurs des chevaux, les genres *Hippidium, Hipparion, Protohippus* et surtout les genre *Anchiterium* et *Mesohippus* possédaient des molaires à couronnes très courtes, mais avec des racines longues, bien séparées et dont les bouts se fermaient très tôt.

Nous pourrions multiplier les exemples, mais cela nous paraît inutile. Pourtant, nous ajouterons encore, que comme règle générale, les genres anciens, spécialement dans les ongulés, possèdent des dents avec des couronnes très courtes et des racines très longues, tandis que les genres plus modernes possèdent des couronnes très longues et des racines très courtes.

Les dents à croissance continue s'implantent dans des alvéoles très profonds ; la partie inférieure des dents est largement ouverte et creuse pour contenir la pulpe dentaire ; celle-ci est continuellement renouvelée par l'apport de nouveaux blastemmes qui fournissent les matériaux pour l'accroissement continu de la base.

Il va sans dire que l'existence d'une dent à croissance continue exige qu'il n'y ait pas d'autre dent destinée à la remplacer ; au dessous d'une dent à base ouverte et à croissance illimitée il ne peut s'y développer le germe d'une nouvelle dent.

DE L'ÉVOLUTION DANS LA COMPOSITION DES DENTS. — « Dans certains cas, l'évolution est arrivée jusqu'à modifier la constitution intime des dents. A partir des vertébrés les plus inférieurs jusqu'aux plus élevés, ces organes sont généralement composés de trois substances différentes, la dentine, l'émail et le cément. Pourtant, chez quelques mammifères dont la denture est monophyodonte et composée de dents sans racines et à base ouverte, ces organes ne sont formés que par de la dentine et du cément. Les dents de ces animaux comparées avec celles de la plupart des vertébrés semblent constituer une anomalie, mais cette conformation n'est pas originaire sinon acquise par une évolution très lente. Au fur et à mesure qu'augmentait le dépôt de cément et que le fût des dents s'allongeait, l'émail diminuait ; quand la racine resta ouverte à toujours et qu'elle eut acquis la pulpe persistante destinée à fournir les matériaux nécessaires à la croissance continu de la dent, l'émail était devenu inutile et diminua progressivement jusqu'à disparaître complétement. *Donc les mammifères à dents simples, uniformes, de base ouverte et sans émail, dérivent d'autres mammifères dont les dents étaient pourvues d'émail, mais aucun mammifère à dents émaillées ne peut prétendre pour antécesseur un animal à dents ouvertes et sans émail...* (AMEGHINO, *Filogenia,* p. 268-269, a. 1884).

Les découvertes paléontologiques faites depuis l'époque où nous écrivions ce qui précède, nous confirment davantage dans la même opinion.

Chez plusieurs édentés fossiles du groupe des Gravigrades appartenant à la première moitié des temps tertiaires, leurs dents avaient des vestiges d'émail, mais on n'en trouve pas de traces dans les dents de leurs descendants plus modernes de la formation pampéenne, ni dans ceux des Paresseux de notre époque. Pourtant, les recherches embryologiques nous montrent que dans les premiers stades de développement les dents des édentés sont pourvues d'une petite calotte d'email qui disparaît de bonne heure ne restant que l'organe adamantin qui persiste dans un état rudimentaire, formant comme un anneau à la base des dents.

En outre on constate facilement que dans tous les groupes dont la denture a évolutionné vers le type à croissance continue, l'acquisition de ce stade coïncide avec une diminution considérable dans l'étendue et l'épaissseur de la couche d'émail. Les exemples sont tellement nombreux que nous n'avons que l'embarras du choix; pourtant, la ligne des Octodontidés nous en fournit un des plus instructifs. La souche de ce groupe est le genre *Scleromys* de la base du tertiaire de Santa-Cruz qui possédait des molaires compliquées, avec une couche d'émail plissée à la couronne, et des racines séparées et avec les bouts oblitérés. Le représentant typique de ce groupe à notre époque c'est le genre *Ctenomys*, dont les molaires sont simples, prismatiques, toutes de la même forme, sans racines, à base ouverte, avec la couche d'émail très restreinte et excessivement mince ; la suppression complète de l'émail est sur le point de s'accomplir.

Dans plusieurs autres familles de rongeurs (*Cavidae, Eryomydae,* etc.), dans les ongulés, et même dans les carnassiers on pourrait mentionner pas mal d'exemples plus ou moins semblables.

DE LA COMPLICATION DES DENTS SIMPLES A CROISSANCE CONTINUE.— Les dents qui ont perdu leurs racines et que leur base reste ouverte, persistent pendant toute la vie ; la base pousse au fur et à mesure que s'use la couronne.

Malgré cela, ces dents peuvent diminuer de volume faute d'usage et même disparaître complètement ; la perte des incisives dans la généralité des édentés, et la perte complète des molaires dans les fourmiliers sont des exemples très notables de cette suppression, car les plus anciens représentants de ces groupes possédaient des incisives, et pour ce qui regarde aux molaires on en trouve encore des vestiges pendant la période embyronnaire ; en outre, tous les édentés de l'époque tertiaire avaient des dents molaires en fonction.

Mais, si les dents à croissance continue peuvent s'atrophier et disparaître, elles peuvent aussi se compliquer de nouveau, ou modifier leur forme, d'accord avec les nouveaux besoins de l'espèce. La dernière molaire inférieure des édentés gravigrades, qui est bilobée et beaucoup plus grande que les antérieures constitue un exemple de cette complication ; les molaires des Glyptodontes, à trois prismes séparés de chaque côté par deux sillons profonds nous en fournissent un autre exemple encore plus frappant.

Cette complication est très intéressante à étudier, car elle s'accomplit sur un plan qui présente un contraste complet avec la complication des dents à croissance limitée.

Dans les dents à racines distinctes et séparées (dents à croissance limitée), les racines peuvent se rapprocher, se fondre les unes aux autres, s'atrophier et disparaître sans qu'il y ait de changement dans la forme de la couronne, mais celle-ci à son tour peut se compliquer ou s'atrophier sans qu'il y ait de changement dans la forme et la disposition des racines.

Dans les dents à croissance continue, la forme de la surface de mastication a peu d'importance, dépendant tout simplement de la manière comment s'opposent les molaires des deux mâchoires dans l'accomplissement de la fonction de la mastication, sans avoir aucune portée sur la conformation des fûts des dents. Mais la forme du prisme dentaire ne peut souffrir le moindre changement sur n'importe quel point de sa circonférence sans que la modification se propage à toute la longueur de la dent; c'est pour cela que les dents à croissance continue qui ont acquis cet état d'une manière parfaite ont une coupe ou section transversale de contour égal dans n'importe quel point de leur hauteur. Il en résulte donc que la forme des prismes dentaires de ces animaux ne peut se modifier que par la formation de sillons, de creux, d'arêtes ou de colonnes qui s'étendent d'un bout à l'autre des dents.

Les creux et sillons peuvent acquérir un grand développement et produire l'étranglement de la cavité de la pulpe comme en est le cas dans la dernière dent inférieure bilobée des Mylodontidés et dans les dents trilobées des Glyptodontes. Ces étranglements ont pu aller si loin, qu'ils ont terminés non seulement par diviser les prismes dans un certain nombre de lobes, mais aussi jusqu'à partager complètement la cavité de là pulpe dans un certain nombre de cavités séparées par des cloisons de dentine comme dans l'*Orycteropus*, ou par des cloisons d'émail et de dentine comme dans les dents de l'*Hydrochoerus*. Les molaires de l'*Orycteropus* sont composées par un certain nombre de colonnes ou cylindres de dentines réunis par du cément, chaque cylindre ayant à la base sa cavité pulpaire indépendante. Dans l'*Hydrochoerus* les molaires sont divisées dans un certain nombre de lamelles (molaires postérieures) et des prismes triangulaires (molaires antérieures) réunis par du cément, chaque prisme ou lamelle possédant sa cavité pulpaire indépendante. Dans le *Cardiotherium* du tertiaire moyen qui est l'antécesseur de l'*Hydrochoerus*, le cloisonnement de la cavité de la pulpe des dents est incomplet. Dans l'*Hydrochoerus* ce cloisonnement est donc bien un caractère acquis.

Pourtant, il ne faudrait pas croire que cela puisse confirmer la théorie opposée de la formation des racines par l'étranglement et la division de la cavité de la pulpe, car, jamais les dents des édentés, ni les dents à croissance continue des autres groupes de mammifères, montrent la moindre tendance à la formation de racines (¹). Si l'on se rappelle que l'évolution qui a aboutie à la formation des molaires à base ouverte, a donné comme résultat précisément la perte des racines, c'est facile à comprendre que le cloisonnement de la cavité de la pulpe des dents à croissance continue fournit une preuve incontestable en contre de la théorie qui cherche l'origine des racines dans ce même cloisonnement.

D'ailleurs, nous nous sommes déjà suffisamment expliqués sur l'origine des racines, pour que l'on puisse comprendre qu'une dent à base ouverte d'un reptile polyphyodonte ne peut jamais se transformer dans une dent monophyodonte avec des racines séparées (²).

Nous ajouterons encore que le fait de la complication des

(¹) Plus haut (p. 393), nous nous sommes déjà expliqués sur les pseudo-racines des molaires de lait du genre *Tatusia*, produites par la pression mécanique des dents de remplacement, et par conséquent sans aucune relation avec les vraies racines. Ces pseudo-racines sont jusqu'à un certain point comparables à celles que l'on observe sur les dents de plusieurs reptiles (*Alligator*), etc., produites aussi par la pression mécanique des dents de remplacement.

(²) L'étranglement de la base des dents du *Dimetrodon* est complètement comparable à celui des molaires des édentés. Les dents de ce genre étaient monophyodontes et à pulpe persistante : l'étranglement aurait donc aboutit à la division de la pulpe mais non à la formation de deux racines.

dents à croissance continue ne peut être invoqué en faveur de la théorie qui veut que les dents composées à croissance limitée et avec racines séparées soient le résultat de la complication graduelle de la dent simple et conique primitive. Nous avons vu que les molaires compliquées se présentent dès l'état embryonnaire avec l'ébauche de tous les reliefs qu'aura la couronne de la dent complètement développée. Il en est de même des dents compliquées et à croissance continue, qui dérivent directement des dents compliquées à croissance limitée et avec des racines distinctes comme en est le cas dans les molaires de l'*Hydrochoerus*, dans celles du genre éteint *Toxodon* et de beaucoup d'autres mammifères. Mais chez les animaux de dents compliquées à croissance continue qui tirent leur origine directe d'autres animaux de dents simples à croissance limitée et de racine unique, les choses se passent autrement. Prenons comme exemple une des molaires trilobées des Glyptodontes, dents qui sans aucun doute possible doivent leur origine à la complication graduelle de dents simples, coniques et pointues (¹). Ces dents, peu de temps avant de perforer le bord alvéolaire des mâchoires, sont assez longues, très larges à la base et avec la couronne conique. C'est à la base de chaque dent que l'on aperçoit les premiers vestiges

---

(¹) Dans notre *Filogenia*, nous attribuons la forme triprismatique des dents des Glyptodontes à la fusion de trois dents simples primitives. D'après cela, les antécesseurs de ces animaux auraient eu à peu près une centaine de dents simples, nombre que l'on rencontre encore dans le *Priodon*, et qui sans doute a été encore plus élevé chez les plus anciens édentés. Nous croyions que chez les Glyptodontes ce nombre de dents s'était réduit par leur fusion trois à trois. Nous devons avouer que nous étions dans une grave erreur. Le nombre de dents s'est réduit par atrophie et suppression, et la complication a été acquise par une modification graduelle de la dent simple et cylindrique primitive. D'ailleurs, à cette époque-là nous ne connaissions pas les dents fœtales des jeunes Glyptodontes et nous ignorions leur mode de développement.

des lobes et des sillons longitudinaux, qui s'atténuent et disparaissent avant d'atteindre le cuspide conique de la couronne. A mesure que le cuspide est entamé par le travail de la mastication, augmente le diamètre de la dent à la couronne et se dessinent mieux les colonnes et sillons longitudinaux qui continuent à s'accentuer aussi davantage à la base, jusqu'à que la dent finit par prendre un diamètre égal et la même forme dans toute sa longueur. Le développement ontogénique confirme donc la dérivation des dents compliquées des édentés de dents primitives qui étaient simplement coniques. Nous avons déjà vu que cela n'est pas le cas dans le développement ontogénique des animaux à molaires compliquées et pourvues de racines distinctes.

Nous ne pouvons pas quitter ce sujet sans faire mention de l'opinion, très récente, qui voit dans les molaires trilobées des Glyptodontes un vestige du stade triconodonte, considérant la conformation de ces dents comme une preuve de la plexodontie de ce groupe et sa descendance d'un type à denture triconodonte. Le développement ontogénique des molaires de ces animaux tel que nous venons de l'exposer prouve que cette opinion n'a aucun fondement sérieux. Mais, dans ce cas, aux preuves ontogéniques on peut ajouter aussi les preuves paléontologiques qui sont absolument décisives. Les plus anciens Glyptodontes, les *Propalaehoplophoridae* présentent les molaires beaucoup plus simples que dans les genres plus modernes, et les antérieures de forme simplement cylindrique ou elliptique; ceci prouve non seulement que les molaires trilobées des genres modernes sont une modification des molaires cylindriques des genres anciens, mais aussi que l'évolution vers la complication au lieu de porter sur toutes les molaires à la fois, a commencé par les postérieures et s'est avancée graduellement vers l'avant.

Mais ce ne sont pas seulement les Glyptodontes que l'on croit étaient primitivement plexodontes, sinon aussi les tatous et tous les édentés. L'argument le plus sérieux que l'on en a donné, c'est que les dents embryonnaires de la première dentition des tatous sont à couronne biscupide et dans quelques genres à deux racines. Cette dernière affirmation se réfère au genre *Tatusia* dont les dents de lait ont leur base bifurquée, mais il y a bien des années que M. **Flower** (¹) démontra que cette bifurcation était produite par le développement des dents de remplacement ; il ne s'agirait donc que de pseudoracines. Nos recherches nous ont démontré que M. **Flower** était dans le vrai, et M. **Lahille** qui tout récemment vient de traiter la même question, non seulement il est aussi du même avis, mais il publie une série de figures représentant l'évolution dentaire du *Tatusia* dont l'examen ne permet plus de conserver aucun doute à ce sujet (²).

Quant aux couronnes des dents biscupidées du même genre et des autres tatous, il s'agit de deux petits mamelons, placés non l'un derrière l'autre, sinon latéralement, et qui disparaissent aussitôt que les dents entrent en fonction. Ces deux petites pointes se trouvent aussi bien sur les dents de lait que sur celles de remplacement, et il est évident qu'il s'agit d'un simple caractère morphologique sans aucune importance phylogénétique. L'on peut mentionner des exemples semblables et se rapportant aux dents incisives, de sorte que personne puisse voir en eux la preuve d'une ancienne plexodontie, chez beaucoup de mammifères appartenants à des groupes très différents. Chez le *Rhynchocyon* les incisives inférieures sont bilobées, de même que chez la plupart des jeunes Protypotheridés, cette conformation persistant chez quelques genres jusqu'à l'âge adulte (*Patriarchus*). Dans le genre *Hyrax* les incisives inférieures sont trilobées, et dans le *Galaeopithecus* le nombre de lobules des couronnes est si considérable que

---

(¹) **Flower**, in *Proceed. Zool. Soc.*, a. 1868, p. 378-380.

(²) **Lahille**, *Contributions à l'étude des édentés à bandes mobiles de la Rép. Arg.*, in 4°., p. 14 à 16, pl. III, figures 25 à 43, a. 1895.

ces dents méritent le nom de pectinées. Les incisives des Macrauhenidés avant d'être attaquées par la mastication preésentent la même conformation, qui est celle que l'on observaussi sur les dents de beaucoup de reptiles. Les incisives de lait des carnassiers, celles de remplacement non usées et spécialement celles des Canidés, montrent une couronne formée par trois cuspides placés sur la même ligne, dont les deux latéraux sont beaucoup plus bas et plus petits que celui du milieu ; d'après cet étrange système d'interprétation nous pourrions en conclure que les ancêtres des carnassiers avaient des incisives du type triconodonte ! Les dents à couronne biscupide des tatous n'ont pas plus d'importance que celles des exemples que nous venons de mentionner.

Ce qui chez les édentés a une grande importance c'est la forme générale des dents durant leur développement embryonnaire, cette forme étant toujours celle d'un fût cylindrique ou cylindro-conique ; ce n'est que pendant les dernières phases de leur développement que ces organes se transforment graduellement dans les molaires compliquées des Glyptodontes ou dans les dents octodontoïdes et prismatiques des Mylodontes et des Paresseux. Ceci prouve que les dents plus ou moins compliquées ou prismatiques des édentés ne sont que le résultat de la complication de la dent simple et à base ouverte primitive. Dans ce cas il y a accord complet entre le développement embryologique, la succession paléontologique et la disposition zoologique. C'est précisément la preuve qui manque, pour donner un point d'appui un peu sérieux à la théorie d'après laquelle les dents plexodontes ne seraient que le résultat de la complication graduelle des dents haplodontes, et jusqu'à ce que l'on ne fournisse pas cette preuve, nous nous refusons à accepter cette théorie, même comme explication provisoire de la plexodontie.

LES DEUX DENTITIONS DES MAMMIFÈRES.— «Les vertébrés les plus inférieurs possèdent un nombre de dents très élevé, qui sont remplacées par d'autres à mesure qu'elles tombent ; le nombre de ces organes diminue chez les reptiles et ne se remplacent pas en si grande quantité que dans les vertébrés inférieurs. Cette diminution continue encore chez les mammifères ; les dents ne se renouvellent plus qu'une seule fois, et dans certains groupes il n'y a qu'une dentition unique durant toute la vie, les dents se conservant par la croissance continue de leur base, dernière limite de l'évolution dans cette direction. *Nous devons donc considérer les mammifères à dentition unique comme provenants d'autres mammifères qui possédaient la denture de lait et la deuxième dentition, mais nous ne pouvons pas chercher les ancêtres de ces derniers parmi ceux à dentition unique et persistante.* » (AMEGHINO, *Filogenia*, p. 267-268, a. 1884).

A l'époque de notre publication, il ne régnait d'autre théorie que celle d'après laquelle la dentition persistante (deuxième dentition) des mammifères serait la primitive, et celle de lait (première dentition) une dentition surajoutée à une époque plus récente.

Mais la théorie opposée, qui considère la dentition de lait comme étant la plus ancienne, fit du chemin, et peu à peu se manifesta une tendance à considérer les dentitions monophyodonte et diphyodonte des mammifères comme dérivées de la dentition polyphyodonte des reptiles, tel que nous l'avons exprimé dans le paragraphe ci-dessus transcrit.

Dès 1889, M. LATASTE, dans son remarquable mémoire *Considérations sur les deux dentitions des mammifères*, arrivait à la conclusion que les deux dentitions des mammifères remontaient à l'origine même de cette classe de vertébrés, ce qui est parfaitement d'accord avec la théorie de la descendance de la dentition diphyodonte des mammifères de la dentition polyphyodonte des reptiles. Peu de temps après M. SCHLOSSER émet clairement l'opinion que le changement de denture chez les mammifères est un héritage des reptiles (¹).

(¹) MAX SCHLOSSER, *Ueber die Dentung des Milchgebisses der Säugethiere*, in *Biologisches Centralblatt*, 1890. Bd. X, p. 81 à 92.

Pourtant il n'y avait pas d'accord ni sur la manière comment pût s'accomplir cette transformation, ni sur l'homologie des différentes séries de dents. Ainsi, par exemple, pour ce qui regarde les mammifères diphyodontes avec une denture de lait complète, la plupart des auteurs considéraient cette dernière denture comme représentée seulement par les dents qui sont remplacées (première dentition), tandis que la deuxième dentition était constituée par les dents de remplacement, et par les molaires postérieures (vraies molaires), qui ne sont pas précédées par d'autres dents. D'autres auteurs, au contraire, rattachaient les vraies molaires à la dentition de lait (Beauregard), tandis que pour certains ces mêmes dents représentaient une troisième série.

Les difficultés étaient encore plus grandes pour les groupes chez lesquels le changement de denture n'est réduit qu'à un très petit nombre de dents. Chez les marsupiaux, par exemple, il n'y a qu'une seule dent à chaque côté de chaque mâchoire qui soit remplacée, et cette dent de remplacement était considérée comme homologue de la deuxième série des mammifères diphyodontes, mais il était impossible de dire à quelle série devaient être rattachées les dents monophysaires qui sont en avant de cette unique dent diphysaire.

On était encore plus embarrassé à propos de certaines dents des mammifères diphyodontes typiques, qui tout en étant généralement diphysaires, chez quelques genres étaient pourtant monophysaires ; nous mentionnerons, comme se trouvant spécialement dans ce cas, les incisives des plusieurs rongeurs ; la petite premolaire qui suit les canines des genres *Canis*, *Sus*, *Rhinoceros*, de la famille des Equidés, etc. Quelques auteurs considéraient ces dents comme faisant partie de la dentition persistante, tandis que d'autres les rattachaient à la dentition de lait.

Heureusement, les recherches embryologiques entreprises récemment par plusieurs savants, et tout spécialement cellex de MM. Röse, Kukenthal et Leche, exposées dans les travaus dont nous avons fait mention plus haut (¹), jettent sur ces différentes questions une très vive lumière.

Le résultat immédiat le plus important de ces recherches est de combler l'abîme qui paraissait avoir entre l'état diphyodonte et l'état monophyodonte, car on a trouvé les traces d'une deuxième série de dents chez tous les monophyodontes. Cette deuxième série, se rencontre pendant le développement embryonnaire, mais reste rudimentaire et disparaît sans que les dents rentrent en fonction. Ces deux séries on les a rencontrés aussi bien chez les édentés que chez les odontocetes et même chez les mystacocetes, ce qui prouve bien que le monophyodontisme est une acquisition récente.

Les résultats, peut-être les plus inattendus, sont ceux concernant aux Marsupiaux. Dans le développement embryonnaire de ces animaux on a trouvé une série de dents rudimentaires ; ces organes se développent au-dessus de ceux qui rentreront en fonction, et au lieu de correspondre aux dents de lait ou première dentition des autres mammifères diphyodontes, correspondent aux dents de remplacement ou deuxième dentition, mais ne percent jamais la gencive. Donc, la denture en fonction des marsupiaux, avec l'exception de l'unique dent de remplacement de chaque côté correspond à la denture de lait ou première dentition des mammifères diphyodontes, tandis que la deuxième dentition n'est représentée chez eux que par la dent de remplacement unique sus-mentionnée (²); c'est-à-dire qu'il n'y a qu'une seule dent de lait remplacée.

(¹) Ces recherches sont exposées d'une manière sommaire, mais très claire dans un travail tout récent du Dr Rudolf Dewoletzky, *Neuerer Forschungen über das Gebiss der Säuger*, in 8° de 46 pages et 2 planches. Czernowitz, a. 1895.

(²) Pourtant dans certains genres de marsupiaux on croit avoir trouvé quelques autres dents appartenant aussi à la deuxième dentition.

Dans la diminution graduelle du renouvellement dentaire, les marsupiaux auraient ainsi dépassé le stade d'évolution de plupa lart des mammifères placentaires.

Dans l'embryon, les cétacés sont également diphyodontes, et chez les dauphins la dentition permanente est aussi une vraie denture de lait, puisqu'elle correspond à la première série et non à la deuxième ; les dents de la deuxième dentition sont représentées par des organes rudimentaires à couronne émaillée et pulpe dentaire, mais qui n'arrivent jamais à la surface. Chez les édentés (tatous, Orycteropus) la denture rudimentaire est au contraire une vraie denture de lait; ces animaux, d'ailleurs, nous offrent parmis les mammifères le seul exemple connu du remplacement des dents postérieures placées dans la région correspondante aux vraies molaires, ou molaires persistantes des autres mammifères. Cette dernière particularité est parfaitement d'accord avec la théorie transformiste, qui considère l'état monophyodonte comme dérivé de l'état diphyodonte; les dents monophysaires qui constituent les molaires persistantes des mammifères placentaires étaient avant diphysaires, et à une époque encore plus éloignée elles étaient polyphysaires comme chez la plupart des reptiles.

Une preuve encore plus importante en faveur de cette théorie nous est fournie par les dernières recherches embryologiques qui ont démontré l'existence d'une série de dents embryonnaires au-dessous des molaires persistantes des mammifères placentaires diphyodontes et correspondant aux dents de remplacement de la région antérieure ; ceci prouve non seulement que l'état diphyodonte s'étendait autrefois à toute la série dentaire, sinon aussi que les vraies molaires comme le prétendait Beauregard, se rattachent à la dentition de lait. La première série dentaire comprend donc aussi bien les dents de lait que les dents monophysaires postérieures, appelées vraies molaires, tandis que la deuxième dentition ne comprend que les seules dents de remplacement (¹). Enfin, avant de terminer, rappelons ici que Röse et Leche ont trouvé des vestiges d'une troisième génération de dents, postérieure à la deuxième, ce qui expliquerait l'apparition de dents surnuméraires à l'âge adulte, tandis que Leche a rencontré les rudiments d'une génération, ou série de dents antérieure à la première ou de lait, ce qui donnerait pour certains mammifères quatre séries successives, soit un vrai polyphyodontisme en voie de disparition. La descendance de la denture diphyodonte des mammifères de la denture polyphyodonte des reptiles doit donc être considérée comme un fait définitivement acquis.

Pourtant, il reste encore bien des difficultés. Pourquoi l'état diphyodonte a disparu chez certains mammifères et s'est conservé chez d'autres? Pourquoi l'état mophyodonte a été acquis, tantôt par la disparition de la première série dentaire, tantôt par la disparition de la deuxième? Pourquoi dans une même espèce on trouve des dents diphysaires et des dents monophysaires, placées tantôt en arrière, tantôt en avant?

Toutes ces questions, et tant d'autres qui se rattachent à l'inégalité dans l'évolution du polyphyo et diphyodontisme au monophyodontisme ne sont pas si simples comme on pourrait le croire. Dans la transformation des organes, l'évolution suit parfois des chemins très différents et même complètement opposés, du moins en apparence, et qui pourtant aboutissent aux mêmes résultats. Il en est ainsi pour la perte ou la disparition des organes et spécialement des dents.

(¹) Ce fait a une très grande importance, car il détruit un des cas qui paraissaient être plus en contradiction avec la théorie de l'évolution, et spécialement de la partie de cette théorie d'après laquelle le développement embryologique n'est qu'une répétition abrégée du développement paléontologique, et concorde avec la disposition zoologique. Nous avons mis en évidence cette contradiction dans *Filogenia*, p. 277–278. D'après la théorie, la plupart des mammifères existants, disions-nous, do -

Nous allons dire quelques mots sur ce sujet, et certes, nous ne résoudrons pas la question, mais, du moins, nous ouvrirons le chemin à des nouvelles recherches.

DISPARITION DES DENTS PAR RÉINCORPORATION ET PAR ÉLIMINATION. ONTOGÉNIE ET TÉLÉOGÉNIE. — Depuis longtemps l'on connaît que le développement embryologique des espèces, est comme une sorte de répétition abrégée du développement phylogénétique qu'elles ont accompli pendant les époques géologiques. On a donné à cette récapitulation abrégée de la phylogénie, le nom d'ontogénie.

L'origine et la cause du développement ontogénique, n'est pas bien difficile à saisir. Un caractère nouveau, avantageux, et par conséquent destiné à être conservé par l'usage et par l'hérédité, fait son apparition incipiente à une époque quelconque de la vie de l'individu ; ce caractère se fixe et devient plus accentué chez les descendants, mais en anticipant l'époque de son apparition. Cette anticipation continuant, il est facile de comprendre ce qui doit arriver au moment où le caractère en question disparaît de l'individu, du moins de sa vie extra-utérine, pour ne plus se montrer que dans l'embryon; alors il constitue le dernier stage du développement embryonnaire, jusqu'à ce qu'un nouveau caractère vienne s'y surajouter par le même procédé. Voilà le principe fondamental de l'ontogénie.

Nous avons appelé l'attention sur une autre voie de l'évolution naturelle, complètement opposée à la précédente (*Filo-*

---

vent descendre d'autres possédant un plus grand nombre de dents ; la première dentition devrait donc présenter un nombre de dents plus considérable que la deuxième, tandis que l'on sait que dans tous les groupes la dentition de lait est notablement plus réduite que la persistante. On ignorait alors que la première dentition comprenait non seulement celles que l'on appelle des dents de lait, mais aussi les vraies molaires, de sorte qu'en réalité la contradiction n'existait pas.

genia, pages 276 à 284), qui aboutit également à la disparition complète des organes, mais sans en laisser des vestiges dans le développement embryonnaire.

Ce fait est passé inaperçu aux naturalistes, comme tant d'autres que nous avons exposés dans nos ouvrages en langue espagnole. Pourtant, nous lui attribuons une grande importance, car il nous permet de déchiffrer beaucoup d'énigmes inexplicables par l'embryologie; il nous permet aussi de faire concorder avec la théorie de l'évolution certains détails ontogéniques, qui à première vue paraissaient la contredire, et nous croyons qu'il peut jeter également quelque lumière sur plusieurs points obscurs de l'évolution dentaire.

Parfois, certains organes et quelques caractères, au lieu de se présenter à la même époque ou de s'anticiper, montrent une tendance complètement opposée; ces organes ou ces caractères retardent graduellement, de génération en génération, l'époque de leur apparition jusqu'à ce qu'ils disparaissent, ou, pour être plus dans le vrai, jusqu'à ce qu'il arrive un moment qu'ils ne font plus leur apparition. Il en résulte qu'un certain nombre de caractères des antécesseurs ne laissent point de traces dans l'embryon, mais on peut retrouver leurs vestiges dans l'extrême vieillesse des individus. Ce confinement d'anciens caractères des espèces, aux derniers stages de la vie des individus, on pourrait le désigner sous le nom de téléogénie.

L'anticipation et le retard progressif dans l'apparition des organes produisent leur disparition, mais dans le premier cas il en reste les vestiges dans l'embryon, tandis que dans le deuxième il n'en reste pas de traces ni dans l'embryon ni dans l'individu qui arrive au terme de son développement. La suppression d'un organe ou d'un caractère par l'anticipation progressive de son époque d'apparition, c'est une *disparition par réincorporation*; la supression d'un organe ou d'un caractère par le retard progressif de son apparition constitue une *disparition par élimination*.

Dans l'évolution des êtres, il se présente des cas (et il y en a dans la nature actuelle) de caractères qui prolongent de plus en plus leur durée dans les individus par une double évolution, en anticipant toujours l'époque d'apparition et en retardant graduellement l'époque de la disparition (*Filogenia*, page 282).

Comme un exemple très notable de la disparition de caractères par élimination, nous ferons mention de la perte des racines des molaires en passant du stade des dents à croissance limitée au stade de dents à croissance continue.

Pour que cette transformation puisse s'accomplir, il faut que le fût des molaires s'allonge et que les racines se raccourcissent, s'oblitérant à un âge toujours plus avancé. Dans cette évolution il arrive un moment qu'on ne trouve plus de vestiges de racines que dans l'extrême vieillesse. A la fin les molaires terminent par ne plus former de racines restant ouvertes toujours par leur base. Cette transformation terminée, il sera parfaitement inutile de chercher des vestiges de racines dans les individus de n'importe quel âge.

Les mammifères pourvus de dents à croissance continue sont assez nombreux et nous possédons assez de matériaux paléontologiques pour démontrer qu'ils tirent leur origine de mammifères éteints dont la denture était à croissance limitée et avec des racines distinctes. Pourtant, chez ces animaux de denture à croissance continue, nous ne trouvons jamais sur leurs dents, à aucun stade de leur développement, des vestiges de racines.

Ce que nous voulons faire ressortir est que, en présence de cette double évolution, il peut se faire que quelques dents, ou quelques séries de dents aient disparu par élimination, tandis que jusqu'aujourd'hui on n'a tenu compte que de la disparition par réincorporation.

DE LA TRANSFORMATION DE LA DENTURE POLYPHYODONTE EN DENTURE DIPHYODONTE ET MONOPHYODONTE. — Par leur première origine, les dents sont des productions de l'ectoderme absolument comme les écailles des poissons. Chez les squales, les écailles dermiques ont une structure assez rapprochée de celle des dents, et chez beaucoup de poissons éteints elles étaient recouvertes par une couche d'émail. Dans certains genres de squales la transition des écailles aux dents est complète, et l'on peut considérer les dents de ces animaux comme une simple spécialisation d'écailles dermiques.

En se rappelant l'extrême petitesse des écailles de certains squales et leur nombre à peu près incalculable, on conçoit facilement la grande quantité de ces organes qui, formant partie de l'épithélium buccale, ont pu se transformer en dents. Remplissant alors des fonctions assez différentes, se sont spécialisées davantage pour saisir, pour découper, pour déchirer ou pour broyer; augmentant ainsi de grandeur et se localisant de préférence dans certaines régions on comprendra aussi avec la même facilité que le développement de certaines catégories de dents empêchait ou retardait le développement des autres, faute de place. A mesure que la spécialisation et la localisation augmentaient le développement se faisait par séries successives, celles dont le développement devenait en retard restaient à l'état de germes dans la profondeur de l'épithelium de la cavité buccale et quand une dent en fonction tombait une autre la remplaçait pour accomplir la même fonction et en prendre la même forme. C'est de cette manière qu'un certain nombre de germes dentaires ont évolué successivement dans le but de remplir la même fonction â la même place.

Plus tard, quand l'épithelium qui revêt la cavité bucale pénétra avec les germes dentaires dans les profondeurs des mâchoires, les dents cessèrent de rester attachées, ou plus ou moins mobiles dans la couche épithéliale pour se développer dans des cavités osseuses en forme de sillons longs et profonds qui après se cloisonnaient pour constituer les alvéoles. Alors la spécialisation fut plus complète, car étant donné la place plus restreinte, le développement successif des embryons dentaires s'accentua davantage. Les germes de chaque point des mâchoires ne purent rentrer en fonction qu'une après l'autre. La dent complètement développée était poussé vers le dehors par le germe d'une nouvelle dent qui se développait au-dessous, et ainsi successivement jusqu'à l'épuisement complet des germes de réserve. Tel fut sans doute, d'après nous, l'origine de la dentition polyphyodonte des reptiles.

Cette dentition polyphyodonte comment s'est-elle transformée en dentition diphyodonte ?

Beaucoup de vertébrés dépourvus de dents, en ont pourtant des vestiges durant la période embryonnaire. Dans la classe des mammifères il y a un très grand nombre de genres qui manquent de certaines catégories de dents, dont on en trouve pourtant les vestiges dans les embryons. D'après cela l'on serait tenté de croire que les séries de dents perdues par les polyphyodontes, l'ont été par atrophie et réincorporation.

Pourtant, nous croyons que si l'on rattachait le phénomène du changement multiple de denture au procédé évolutif de la disparition par élimination, dont nous avons parlé plus haut, on aurait peut-être une explication beaucoup plus rationnelle.

En effet, nous voyons que les dents à l'état embryonnaire qui se trouvent dans l'intérieur des mâchoires, ne peuvent se développer qu'en déplaçant les dents qui sont en fonction. Le cuspide de la dent nouvelle pénètre dans le creux de la vieille qui tombe pour faire place à la nouvelle, et le phénomène doit nécessairement se répéter jusqu'à l'épuisement total ou presque total des germes.

Chez les crocodiles qui sont des polyphyodontes des plus caractéristiques on a trouvé des vestiges de dents rudimentaires et même des séries entières supprimées ; on a donc la preuve que chez ces reptiles les séries de dents se succédant les unes aux autres étaient autrefois plus nombreuses et nous avons pu nous assurer qu'il en est de même chez les Alligaors. Chez les vieux individus de ce dernier genre, le rempla cement de la denture se fait très lentement et cesse même dans la région postérieure ; dans ce cas les couronnes restent séparées par un col très accentué (¹) et les racines non seulement deviennent très longues, sinon qu'elles se rétrécissent à leurs extrémités, diminuant la cavité de la pulpe. L'on sait d'ailleurs, que beaucoup de reptiles anciens de l'ordre des Theriodontes (*Dimetrodon*, *Empedias*, *Galesaurus*, *Dycinodon*, etc)., avaient acquis l'état monophyodonte.

Ce remplacement vertical et successif des dents constitue certainement une disparition par élimination ; dans tous les cas on peut affirmer qu'il est en complète contradiction avec la supression par réincorporation, car les dents qui persistent davantage sont les dernières parues, tandis que les premières à rentrer en fonction sont précisément les plus ephémères ; ceci comme règle générale, est aussi vrai pour les polyphyodontes comme pour les diphyodontes.

Nous appellerons encore l'attention sur le fait également très important, que dans les embryons des diphyodontes on ne trouve jamais de vestiges de *séries dentaires complètes* postérieures à la deuxième ; or, si le passage de l'état polyphyodonte à l'état diphyodonte fût le résultat d'une suppression par réincorporation, chez les embryons on devrait justement trouver plusieurs séries dentaires rudimentaires placées successivement au-dessous de la deuxième série. Par contre, on a trouvé les vestiges d'une série dentaire antérieure *à la pre-*

(¹) L'existence d'un col a été donnée comme un caractère servant à distinguer les dents des mammifères de celles des reptiles, mais nous observons que chez tous les Alligators adultes les dents postérieures ont un col bien apparent et nous voyons une conformation semblable chez beaucoup de reptiles anciens. La présence d'un bourrelet d'émail à la base de la couronne, la multiplicité des cuspides de celle-ci, la bifurcation des racines ainsi que d'autres caractères distinctifs que l'on a invoqué, n'ont pas plus de valeur que le premier. Il n'y a en réalité aucune différence fondamentale entre les dents des mammifères et celles des reptiles.

mière et déjà presque complètement supprimée par élimination.

L'état diphyodonte a donc bien été acquis au moyen de la suppression successive et par élimination des séries dentaires de l'état polyphyodonte. Pendant que les germes étaient très nombreux, le renouvellement se produisait très rapidement, mais à mesure que le nombre de germes diminuait, le remplacement devenait plus lent et les dents restaient plus longtemps en fonction. Les deux dernières séries dentaires furent plus stables et eurent plus de durée, car elles déplaçaient avec plus de rapidité les séries précédentes qui terminèrent par disparaître par élimination.

C'est ainsi que se constitua la denture diphyodonte, dans laquelle il n'y a que deux germes dentaires, tout au plus, pour chaque dent.

La question de la transformation de la denture diphyodonte en denture monophyodonte paraît plus compliquée. Est-ce le résultat de la disparition de la première dentition par élimination, comme dans le cas de l'acquisition de l'état diphyodonte, ou c'est au contraire la deuxième dentition qui s'est atrophiée et a disparue par réincorporation ?

Tous ceux qui croient que la denture de lait est la plus ancienne, et la deuxième dentition la plus récente, penchent vers la première de ces deux hypothèses ; et par le fait, en faveur de leur opinion, il y a des preuves dont on ne peut nier l'importance. Les cas assez nombreux de dents persistantes durant toute la vie, ne sont le plus souvent que des dents diphysaires, car dans l'embryon on y trouve les vestiges des dents de lait qui les précèdent ; en outre, la paléontologie nous montre que beaucoup de ces genres ont eu des prédécesseurs chez lesquels les dents de lait en question étaient bien développées et restaient longtemps en fonction. D'après toutes les observations il paraît que la dentition de lait est en voie d'atrophie et de disparition par élimination dans presque tous les mammifères placentaires diphyodontes.

Par contre, l'état monophysaire des vraies molaires est acquis certainement au moyen de la suppression de la deuxième série par réincorporation, puisque l'on a rencontré des vestiges de cette dernière, et comme les recherches embryologiques ont démontré que la denture des marsupiaux appartient presque en totalité, et celle des dauphins en totalité à la la première dentition, il est évident que le monophyodontisme a été acquis par deux voies distinctes et opposées, selon les groupes. Chez les uns, comme les cétacés, il est le résultat de la suppression de la deuxième série par réincorporation, tandis que chez beaucoup d'autres, comme plusieurs édentés, c'est le résultat de la suppression de la première série par élimination, un stade que les Pinnipèdes sont sur le point d'atteindre en suivant la même voie. Dans le genre *Sorex* parmi les insectivores, toute la dentition appartient à la première série, tandis que la deuxième est complètement supprimée.

Bref, de l'état polyphyodonte à l'état monophyodonte la suppression des séries dentaires s'est toujours accomplie par l'élimination successive des séries plus récentes ou antérieures jusqu'à ce qu'il n'en restât que les deux dernières, l'ultime ou dernière (deuxième) et la pénultime ou l'avant-dernière (première). Arrivées à ce stade, n'existant plus une antépenultième série qui poussât la penultième, cessa le procédé évolutif de l'élimination; les deux séries devaient être de même valeur et devaient rester en fonction à peu près le même espace de temps. Les deux séries ne se sont plus modifiées qu'en raison de leur spécialisation et adaptation aux nouvelles conditions, et il en est résulté que, selon les groupes, se développa davantage soit l'une, soit l'autre, avançant ou retardant leur apparition; c'est ainsi que certains mammifères sont devenus monophyodontes par la réincorporation de la dernière série dentaire, et d'autres par l'élimination de l'avant-dernière.

C'est pendant l'état diphyodonte que commença la formation des racines par le procédé que nous avons exposé plus haut et comme une conséquence du retard dans le remplacement de l'avant-dernière série par la dernière. Or, l'on peut facilement s'apercevoir que comme règle générale il y a une relation constante entre le développement des racines et le degré de permanence en fonction de la première série. Les anciens mammifères à molaires de couronne courte et racines très longues avaient une denture de lait qui restait plus longtemps en fonction que dans leurs descendants actuels qui sont toujours pourvus de molaires à couronne très haute mais avec des racines très courtes. Faisons encore observer que les mammifères qui ont atteint le stade monophyodonte par la suppression de la dernière série comme les marsupiaux (avec l'exception d'une ou deux dents), certains insectivores ou les cétacés, présentent des dents avec des racines très longues et le bout généralement oblitéré (dans la vieillesse), tandis que ceux qui présentent des dents de base ouverte et à croissance continue sont précisément ceux qui ont acquis l'état monophyodonte par suppression de la première série. L'épuisement des germes dentaires est complet.

Système de notation pour la denture. — Le système employé actuellement pour représenter les formules dentaires des mammifères n'est plus d'accord avec les nouvelles découvertes sur l'évolution de la denture ; ce système a contribué puissamment à l'avancement de la science, mais aujourd'hui il nous empêche de reconnaître des rapports très évidents qui existent dans la dentition des principaux groupes de mammifères, de sorte que son emploi est devenu plutôt un obstacle au progrès de la science ; il n'est applicable qu'à une partie des placentaires diphyodontes, et constitue une barrière qui nous empêche de mettre en parallèle la denture des placentaires avec celle des marsupiaux.

La division en molaires et en prémolaires perd presque toute son importance et ne pourra être conservée que pour une partie des ongulés et pour certains groupes de carnassiers.

Ainsi, par exemple, aujourd'ui nous sommes convaincus que les sept molaires de *Didelphys* ou de *Thylacynus* correspondent exactement aux sept molaires des chiens ou des autres placentaires à dentition complète, avec la seule différence que chez les deux premiers genres le nombre de dents qui sont devenues monophysaires est beaucoup plus considérable. S'il en est ainsi, la quatrième molaire des marsupiaux, que l'on appelle la première vraie molaire, doit être l'homologue de la quatrième molaire des placentaires que l'on appelle la « quatrième ou la dernière prémolaire » dans la deuxième dentition et « quatrième molaire de lait » dans la première dentition; la seule différence c'est que la quatrième molaire des marsupiaux, quoique non caduque, n'est pas la quatrième dent de remplacement des placentaires, sinon celle qui la précède, c'est-à-dire la quatrième molaire de lait ou la quatrième de la première série (l'avant-dernière). Chez les placentaires, la dernière dent de remplacement diffère de la quatrième caduque pour présenter, du moins comme règle générale, une forme plus simple, caractère que nous avons déjà démontré, n'est pas primitif sinon acquis. C'est pour cela que, comme règle générale chez les placentaires, la dernière dent de remplacement (quatrième de la deuxième série) est de forme diférente de la dent monophysaire qui la suit en arrière (cinquième molaire de la première série) tandis que la dernière caduque (quatrième de la première série) est de la même forme que la première monophysaire (cinquième de la première série). Or, comme dans les marsupiaux cette quatrième molaire de la première dentition n'est pas caduque, l'on comprend pourquoi chez ces animaux les quatre dernières molaires présentent à peu près la même forme. Les carnassiers fossiles de l'Argentine que l'on a nommé sparassodontes présentent la même conformation. Il est possible qu'on la retrouve aussi chez plusieurs des carnassiers fossiles d'Europe et de l'Amérique du Nord que l'on distingue avec le nom de créodontes, et peut-être également chez quelques-uns des plus anciens ongulés.

Chez les mammifères, au point de vue de la succession de la denture et en ne tenant pas compte des dents embryonnaires confinées à la période fœtale, il n'y a que deux sortes de dents, celles qui aparaissent une seule fois et celles qui aparaissent deux fois; les premières sont appelées monophysaires et les dernières diphysaires. Dans les dents diphysaires il y a à distinguer : 1° la première dent qui entre en fonction et tombe peu après; cette dent appartient toujours à la première série et doit porter le nom de caduque; 2° la dent qui remplace la précédente; celle-ci appartient toujours à la deuxième série et doit porter le nom de dent de remplacement.

La formule dentaire doit exprimer le nombre de dents et leur division en incisives, canines et molaires, leur position ordinale, et distinguer les diphysaires de celles monophysaires. Pour cela, il ne reste d'autre moyen que de figurer dans la formule toutes les dents une à une, d'avant en arrière selon leur numéro d'ordre, en distinguant avec un signe spécial, celui-ci (') par exemple, celles qui sont diphysaires.

Quoique tout d'abord cette manière d'écrire la formule paraisse plus longue que celle en usage, il n'en est pas ainsi, parce que la même formule comprend la denture de lait et celle persistante, que dans le système actuel de notation il faut écrire séparément. Les trois catégories de dents, incisives, canines et molaires sont séparées par un point suivi d'un espace.

Voici quelques exemples qui donneront une idée de l'avantage de cette notation sur l'ancienne. Prenons d'abord la formule dentaire de l'homme comme on l'écrit actuellement.

L'homme a une première dentition que l'on exprime par la formule $\frac{2}{2}$ i. $\frac{1}{1}$ c. $\frac{2}{2}$ m. et une deuxième dentition appelée définitive représentée par la formule $\frac{2}{2}$ i. $\frac{1}{1}$ c. $\frac{2}{2}$ p. $\frac{3}{3}$ m. Nous voyons qu'en plus d'être obligé d'employer deux formules distinctes, ces formules ne nons disent pas quelles sont les incisives et les molaires qui manquent de la série complète;

nous ignorons aussi quelles sont les dents de remplacement qui substituent les caduques.

Tout cela est exprimé d'une manière très claire et très concise dans la formule suivante : $\frac{1'2'.\ \ 1'.\ \ 3'4'567.}{1'2'.\ \ 1'.\ \ 3'4'567.}$. Nous voyons qu'il y a 8 dents de chaque côté de chaque mâchoire, distribuées en 2 incisives, 1 canine et 5 molaires. Nous voyons aussi que toutes les incisives, les canines et les deux premières molaires qui portent le signe (') sont diphysaires, c'est-à-dire qu'ils sont représentées par une première série caduque et une deuxième série de remplacement, tandis que les trois dernières sont monophysaires, c'est-à-dire persistantes et non précédées par des caduques. La formule nous dit que les deux incisives correspondent à la première et à la deuxième, manquant ainsi la troisième de la plupart des placentaires; que les cinq molaires correspondent à la troisième, quatrième, cinquième, sixième et septième de la dentition complète, et qui manquent les deux premières. La formule nous dit aussi que la première et deuxième incisive et la première et deuxième molaire de la première série sont remplacées par les dents de la deuxième série qui portent le même numéro d'ordre, de sorte que chez l'homme la troisième incisive et la première et deuxième molaire manquent aussi bien dans la première série que dans la deuxième. Maintenant, si dans cette formule nous ne tenons compte que des dents qui portent le signe ('), nous aurons la formule parfaite de la première dentition ou dentition de lait que l'on écrit toujours à part.

Les avantages de cette manière d'exprimer les formules dentaires sont donc considérables. Comme exemples et termes de comparaison pour se familiariser avec ce nouveau système de notation nous donnons ensuite les formules dentaires de plusieurs autres genres de mammifères.

Felis .... $\frac{1'2'3'.\ \ 1'.\ \ 2'3'4'5}{1'2'3'.\ \ 1'.\ \ 3'4'5}$ Canis .... $\frac{1'2'3'.\ \ 1'.\ \ 12'3'4'56}{1'2'3'.\ \ 1'.\ \ 12'3'4'567}$

Auchenia.... $\frac{3'.\quad 1'.\quad 3'4'567}{1'2'3'.\quad 1'.\quad 4'567}$ Dydelphys .. $\frac{12345.\quad 1.\quad 123'4567}{1234\quad 1.\quad 123'4567}$

Sus......... $\frac{1'2'3'.\quad 1'.\quad 12'3'4'567}{1'2'3'.\quad 1'.\quad 12'3'4'567}$ Borhyaena.. $\frac{123.\quad 1'.\quad 123'4567}{123.\quad 1'.\quad 123'4567}$

Nesodon..... $\frac{1'2'3'.\quad 1'.\quad 1'2'3'4'567}{1'2'3'.\quad 1'.\quad 1'2'3'4'567}$ Cladositis ... $\frac{1234.\quad 1'.\quad 12'3'4567}{1234.\quad 1'.\quad 12'3\ 4567}$

Nous voyons chez *Nesodon* une denture complète (du moins pour les molaires), dont toutes les dents, moins les trois dernières sont diphysaires. Dans le genre chien dont les molaires sont homologues de celles de *Didelphys* ou de *Thylacynus*, nous voyons qu'en plus des incisives et des canines il n'y a que trois molaires diphysaires de chaque côté, une de moins que chez *Nesodon* et la plupart des placentaires à dentition complète. Chez *Dydelphys* nous ne voyons qu'une seule dent diphysaire, que c'est la troisième molaire de chaque còté. Dans le genre *Felis* la réduction dentaire s'est portée de préférence sur les dents monophysaires : il n'en reste plus qu'une seule de chaque côté.

Dans les formules, le signe (') indiquant les dents diphysaires tandis que celles monophysaires ne portent tout simplement que le numéro d'ordre, il est clair que ce signe (') se réfère aux dents de remplacement. Cette distinction nous permet de désigner chaque dent isolée de chaque dentition, avec toute précision. Ainsi, m. $\frac{}{3}$ de *Dydelphys* c'est la troisième dent inférieure de la première série (première dentition ou dentition de lait), précisément l'unique dent qui, dans ce genre soit caduque, tandis que m. $\frac{}{3'}$ de *Dydelphys* indiquera la troisième molaire inférieure de la deuxième dentition, précisément aussi l'unique dent de remplacement de ce genre. m. $\frac{}{4}$ de *Canis* indique la quatrième molaire inférieure de la première série, c'est-à-dire d'une caduque puisqu'il s'agit d'une dent diphysaire, et m. $\frac{}{4'}$ indique la dent de remplacement correspondante, soit la quatrième inférieure de la deuxième série, celle que l'on appelle maintenant la quatrième prémolaire.

m. $_{5}$ de *Canis* indique la cinquième molaire inférieure de la première série qui est la première monophysaire, que l'on appelle maintenant la première vraie molaire, m. $\frac{5}{\,}$ indiquant la dent correspondante de la mandibule supérieure et ainsi de suite.

Ce système d'exprimer les formules dentaires nous permet de comparer la dentition des mammifères placentaires avec celle des marsupiaux en effaçant complètement la barrière artificielle que par le système actuel de notation on avait élevé entre ces deux groupes.

APPLICATION DES PRINCIPES DE L'ÉVOLUTION DENTAIRE A LA CLASSIFICATION ET A LA RESTAURATION DE LA PHYLOGÉNIE DES MAMMIFÈRES. — Les idées que sur l'évolution de la denture nous venons d'exposer succintement, ont une très grande importance pour la classification et la phylogénie des mammifères. Nous en avons fait l'application dans notre ouvrage sur les mammifères fossiles de la République Argentine ; nous pourrions faire à ce travail beaucoup de corrections de détails, mais les principes fondamentaux qui nous ont guidé dans la distribution des groupes nous les trouvons aussi vrais aujourd'hui qu'alors. Ces principes, comme nous avons déjà eu l'occasion de le manifester, nous conduisent à des résultats souvent très différents de ceux qu'obtiennent les paléontologistes.

Ainsi, si l'origine des molaires compliquéees est due vraiment à la fusion d'un certain nombre de dents simples, il en résulte que les monotrèmes étant mis de côté, les plus inférieurs des mammifères seraient les cétacés (¹) et les édentés ;

(¹) Quelques genres éteints de cétacés, comme le *Squalodon*, possèdent des dents à deux racines ; ne connaissant pas assez les représentants de ce groupe, nous n'avons pas d'opinion sur la signification de cette particularité ; il pourrait se faire que les racines des dents de ces animaux soient dues à une fusion de dents, indépendante de celle des autres mammifères. Il en serait peut-être de même des dents à deux racines des Zeuglodontidés, si ces animaux sont réellement des cétacés.

les marsupiaux seraient plus élevés. Les monotrèmes mis à part, nous avons divisé le restant des mammifères en deux grandes branches : les *Heterodonta* à dents compliquées, et les *Homalodonta* à dents simples. Les *Homalodonta* sont représentés par les cétacés et les édentés (¹). Les *Heterodonta* comprennent le restant des mammifères placentaires et tous les marsupiaux.

Du reste, cette union des mammifères placentaires avec les mammifères marsupiaux est parfaitement d'accord avec nos dernières recherches sur les carnassiers primitifs de la République Argentine et provenant de la base du tertiaire ; ces animaux constituent une série qui sans discontinuité, relie les carnassiers placentaires (Carnivores et Créodontes aux carnassiers marsupiaux (Dasyuridés).

D'après nos idées, exposées brièvement dans le même ouvrage, l'ensemble de la classe des mammifères, ne peut-être partagé qu'en deux sous-classes, celle des *Monotremata* constituée par les monotrèmes, et celle des *Ditremata* formée par les marsupiaux et les placentaires (²).

(¹) On voit que d'après cela, nous ne considérons pas la forme simple des dents des édentés comme le résultat d'une régression, sinon comme une simplicité initiale. Il en est de même du nombre considérable de dents chez quelques édentés (*Prionodon*) et beaucoup de cétacés ; nous ne pouvons pas admettre une augmentation du nombre de ces organes, non seulement parce que cela serait en contradiction avec les principes de l'évolution que nous avons établie, mais aussi parce que dans la classe des mammifères, tous les faits connus nous démontrent que le nombre des dents va toujours en diminuant. Peut-être pourra-t-on nous dire que, pour être logique, nous devrions considérer également comme primitif le nombre considérable de phalanges des doigts des cétacés, spécialement de certains dauphins. Pourtant le cas est complètement différent, car la multiplication de ces os dépend de l'ossification des épiphyses qui ont terminées pour rester définitivement séparées et prendre la forme de phalanges.

(²) Peu de temps après l'apparition de notre travail, ou presque si-

Les *Monotremata* actuels n'ont pas de dents, mais leurs prédécesseurs devaient être pourvus de dents nombreuses, simples et coniques (¹).

C'est guidés par ces mêmes principes, que dans le même ouvrage nous avons attribué aux antécesseurs des Primates (*Dolodonta*), des molaires quadrituberculaires ; quant aux *Atara*, groupe théorique que nous supposons être l'antécesseur des Primates (Planongulés) et des Ongulés, nous lui avons attribué huit molaires quadrituberculées à chaque côté de la mâchoire, chaque dent avec quatre racines séparées, aussi bien à la mâchoire supérieure qu'à l'inférieure.

Nous ne voulons pas nous étendre davantage sur la valeur de ces caractères pour la classification des mammifères, car probablement nous aurons l'occasion d'en faire le sujet d'un mémoire spécial ; ce qui précède suffit pour que l'on se rende compte de la grande différence dans les résultats que l'on obtien pour la classification et la phylogénie des mammifères selon que les molaires compliquées soient considérées comme le résultat de la complication graduelle de la dent primitive simplement conique, ou au contraire comme le résultat de la fusion de plusieurs dents simples.

---

multanément, le prof. E. D. Cope, arrivait absolument à la même conclusion. Dans son mémoire *Synopsis of the families of vertebrata* (in *American Naturalist* de octobre 1889), n'admet que deux sous-classes de mammifères : celle des *Prototheria* qui correspond aux *Monotremata*, et celle des *Eutheria* qui correspond à nos *Ditremata*.

(¹) D'après des recherches pratiquées dans ces dernières années, l'Ornithorhynque possède une denture constituée par des molaires à couronne compliquée ; pourtant il n'y a pas de renseignements précis sur leurs racines, et nous doutons que ces dents soient multiradiculées avec les racines séparées et oblitérées. Probablement il ne s'agit que de dents simples dont la couronne s'est compliquée comme en est le cas dans un certain nombre d'édentés.

BIBLIOGRAPHIE

(Nous n'indiquerons que les travaux postérieurs à l'*Odontography de* Owen et se rapportant plus ou moins directement aux différentes questions que nous avons traitées).

Ameghino, F. *Filogenia*. In 8°, de LVIII et 392 pages, a. 1884.

— *Contribucion al conocimiento de los mamíferos fósiles de la República Argentina*. In 4° de 1028 pages avec un atlas de 98 planches, a. 1889.

Ballowitz, E. *Das Schmelzorgan der Edentaten, seine Ausbildung in Enbryo und die Persistenz seines Keimrandes bei dem erwachsenen Thier.* — Bonn. Archiv. Mikr. Anat. 1892. In 8° de 24 p.

Bateson, W. *On Numerical Variation in Teeth with a discussion of the Conception of Homology* in *Proceed. of the Zool. Soc. of London*, 1892, p. 102-115.

Baume. *Odontologische Forschungen. Versuch einer Entwicklungsgeschichte des Gebisses.* 1882.

Beauregard. *Sur les deux dentitions des mammifères*, in *Bull. Soc. de Biologie*, 1888, numéros 9 et 10.

Cope, E. D. *Tertiary Vertebrata*. In-4° de 1000 pages et 100 planches. Washington, 1884.

— *The mechanical Causes of the Development of the Hard Parts of the Mammalia*. In-8°. *Journal of Morphology*, p. 137 à 288, Boston, a. 1889.

— *On the trituberculate type of molar tooth in the Mammalia-American Naturalist,* a. 1883, p. 407.

— *The homologies and origin of the types of molar teeth of the Mammalia educabilia*. in *Journ. Acad. Nat. Sc. Philad.* Mars 1874.

Dewoletzky. *Neuere Forschungen über das Gebiss der Säuger*. Czernowitz, 1895. In-8° de 46 pages et 2 planches.

Dybowski, B. *Studien über Säugethirzähne. — Verh d. K. K. Zool. — Botanisch. Gessel.* Vienn. 1889.

Fleischmann, A. *Die Grundform der Backzähne bei Sängethieren.— Sitzungsberichte d. Kön. preuss. Akad. d. Wissenschaften zu Berlin*, 1891, p. 891.

Fleischmann, A. *Mittheilung über die Zahnentwicklung von Hyrax. — Abhl. Naturhist. Gesells.* Nuremberg, 1894.

Flower, W. H. *On the development and sucession of the teeth in the Marsupialia.* — Philosoph. Trans. vol. 157, a. 1867, p. 631-641.

— *On the development and sucess. of the teeth in the Armadillos. — Proceed. Zool. Soc. London*, 1868, p. 378-380.

— *Remarks on the homologies and notation of the teeth of the Mammalia. — Journ. Anat. Physiol.* vol. III, p. 262-278, a. 1869.

— *Notes on the first or milk dentition of the Mammalia.* — Transact. Odont. Societ. III, 1871, p. 211-232.

— *On Whales, Past and Present, and their Probable Origin.* — A discourse delivered at the Royal Inst. 25 mai 1883.

Freund. *Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Zahnanlagen bei Nagethieren*, Erlangen, 1892. In-8°, 30 p.

Gaudry. *Les enchaînements du monde animal. Mammifères tertiaires.* In-8° de 292 p. a. 1878.

Giebel. *Odontographie*, a. 1855. Leipzig.

Heude. *Etudes odontologiques. — Mem. Hist. Nat. Emp. Chin.* 1892-94. Shang-Hai.

Hoffmann, A. *Ueber die Entwicklung des Kronencementes an den Backenzähnen der Wiederkäuer mit Berücksichtigung der Zahnentwicklung in allgemeinen.* Leipzig. In-8°, 51 p. a. 1894.

Kukhenthal. *Das Gebiss von Didelphys. — Anatomis. Anzeiger.* 1891, numéros 23-24.

— *Einige Bemerkungen über die Säugethierbezahnung. — Anatom. Anzeiger*, 1891. n° 13.

— *Ueber den Ursprung und Entwicklung der Säugethierzähne. — Ienaische Zeitschrift für Naturwissenschaft.* Iena, 1892, p. 469-489.

— *Ueber die Enstehung und Entwicklung der Säugethierstammes. — Biologisches Centralblat.* July 15, 1892.

— *Entwicklungsgeschichtlige Untersuchungen Pinnipediergebisse. — Zeitschr. Naturwis.* Iena, 43 p.

Lataste, F. *Sur le système dentaire du genre Daman et l'étude de la dent canine. — Zool. Anzeiger*, 1887, p. 268.

— *Considérations sur les deux dentitions des Mammifères. — Journ. de l'Anat. et de la Physiol.* 1888, p. 200.

Leche, W. *Beiträge zur Anatomie des Myrmecobius fasciatus. — Biologiska Föreningens Forhandlingar.* Stockolm, Bd. III, p. 136 à 151, a. 1891.

— *Studien über die Entwicklung des Zahnsystems bei den Säugethiere. — Morphologisches Jahrbuch*, XIX, Bd. 1892, p. 500-547.

— *Nachträge zu « Studien über die Entwicklung des Zahnsystems bei den Säugethieren ». — Morphologisches Jahrbuch*, Bd. XX, 1893, 30 p.

Leche, W. *Zur Entwicklungsgeschichte des Zahnsystems der Säugethier.* — Stuttgart, 1894-1895.

Lydekker, R. *The Succession of Teeth in the Mammalia — Natural Science*, London, 1892, vol. I, p. 247.

Magitot. *Des lois de la dentition. — Jour. de l'Anat. et de la Physiol.* 1883.

Mahn, R. *Entwickelung d. Molaren bei Mus und Arvicola. — Morphologisches Jahrbuch*, Bd. XVI, p. 652, a. 1890.

Osborn Henry Fairfield. *The evolution of the Mammalian Molar to and from the Tritubercular type. — Amer. Naturalist*, a. 1888, p. 1067.

— *The nomenclature of the Mammalian molar cusps. — Amer. Naturalist*, a. 1888, p. 927-928.

— *The Structure and Classification of the Mesozoic Mammalia. — Journ. Acad. Nat. Scienc. Philad.* 1888, p. 240.

— *The History and Homologies of the human molar cusps. — Anatom. Anzeiger*, 1892, p. 740.

— *Homologies and nomenclature of the Mammalian Molar cusps. — Bull. Amer. Mus. of Nat. Hist.*, vol IV, p. 81, a. 1892.

— *Recent researches upon the succession of the Teeth in Mammal. — Amer. Naturalist*, 1893, p. 493 à 508.

— *The Rise of the Mammalia in North America*, Boston, 1893, 45 p.

— *The history of the cusps of the human molar teeth.* Adress before the New-York Institute of Stomatology, in *International Dental Journal.* Juillet 1895. In-8° de 26 p.

Owen, R. *Odontography*, 2 vol. texte et atlas, 1840-1845.

— *Anatomie of Vertebrates*, 3 vol. 1866-1868.

Pouchet et **Chabry**. *Contribution à l'odontologie des Mammifères. — Journ. de l'Anatom. et de la Physiol.*, 1884.

Röse, C. *Ueber die Entstehung und Formabänderungen der Menschlichen Molaren.* — Anat. Anzeiger, 1892, numéros 13 et 14.

— *Ueber die zahnentwicklung des Menschen. — Schweizerische Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde.* Bd. 2, 1892.

— *Ueber die Zahnentwicklung der Krokodile. — Verh d. Anat. Gesellschaft.* Juin 1892.

— *Beiträge zur Zahnentwicklung der Edentaten. — Anat. Anzeiger*, 1892, numéros 16 et 17.

— *Ueber di Zahnentwicklung der Beutelthiere. — Anat. Anzeiger*, 1892, numéros 19 et 20.

— *Ueber rudimentäre Zahnanlage der Gattung Manis. — Anat. Anzeiger*, 1892, p. 618-622.

— *Zur Phylogenie des Säugethiergebisses. — Biol. Centralblatt.* Nov. 1892.

— *Ueber die schmelzlosen Zahnrudimente des Meschen. — Verhandlungen der deutschen odontologischen Gesellschaft.* B. 4. 1892, p. 100-129.

Röse, C. *Ueber die Zahnentwicklung von Phascolomys Wombat.—Mitteil. Akad.* 1893. In-8°, 7 p. Berlin.

— *Ueber die Nichtexistenz der sogenannten Weilschen Basalschicht der Odontoblasten.* — Anat. Anzeiger, 1893.

— *Ueber di Verwachsung von retinirten Zähnen mit den kieferknochen.* — *Anat. Anzeiger*, 1893.

— *Ueber die erste Anlage der Zahnleiste beim Menschen.* — *Anat. Anzeiger*, 1893.

Rosenberg, E. *Ueber Uniformungen an der Incisiven der zweiten Zahngeneration des Menschen.* — *Morphologisches Jahrbuch,* 1895.

Rost. *Versuch einer Phylogenie des Säugethiergebisses.* Iena, 1884.

Rutimeyer. *Vergleichende Odontographie der Hufthiere,* in *Verhandl. d. Naturforsch. Gesellsch.* Basel, 1863.

Ryder. *On the mechanical genesis of teeth form.* in *Proceed. Phil. Acad.* a. 1878, p. 45.

Schneidt, P. *Morphologie und Ontogenie des Gebisses der Hauskatze.* — *Morphologisches Jahrbuch*, 1894.

Schlosser Max. *Ueber die Deutung des Milchgebisses der Säugethier.* — *Biologisches Centralblatt*, 1890, Bd. X, p. 81 à 92, et aussi dans *Verhandl. der Deutschen odontologischen Gesellsch.* Bd IV, 1892, p. 296–307.

— *Die Differenzirung des Säugethiergebisses.* — *Biolog. Centralblatt*, 1890, Bd. X, p. 238 à 252 et 264 à 277, et le même sous le titre de *Die Entwicklung der verschiedenen Säugethierzahnformen in Laufe der geologischen Perioden*, in *Verhandl. der deutschen odont. Gesells.* Bd. III, 1892, p. 203–230.

Scott, W. B. *The evolution of the premolar Teeth in the Mammals.— Proceed. of the Acad. of Natural Science of Philadelphia*, 1892, p. 405-444.

Schwalbe. *Ueber Theorien der Dentition*, in *Anat. Anzeiger*, 1894.

Taeker, J. *Zur kenntniss der Odontogenese bei Ungulaten.* Dorpart. 1892, 27 p. et 4 pl.

Thomas Oldfield. *On the homology and succession of the teeth in the Dasyuridœ with an attempt to trace the history of the evolution of Mammalian teeth in general.* — *Philos. Transact.* London, 1887, p. 451 et suiv.

— *A Milk Dentition in Orycteropus.* — *Nature*, London, 1889-90, vol. 41, p. 309, et aussi *Royal Society of London*, 1890, vol. 47, p. 246-249.

— *Notes on Dr. Kükenthal's Discoveries in Mammalian Dentition.* — *Annal. and Magaz. of Nat. Hist.* London, 1892, p. 308-313.

Tomes. *A Manual of the dental anatomy, human and comparative.* 1876.

— *On the Development of Teeth.* — *Quart. Journ. of Microscop. Soc.* 1876.

Topinard, P. *De l'évolution des molaires et des prémolaires chez les Primates et en particulier chez l'homme.* — *L'Anthropologie.* 1892, p. 641-710.

WINGE HERLUF. *Om Pattedyrenes Tandskifte isaer med Hensyn til Taendernes Former.* — Copenhague, 1882. In-8° de 58 pages.

— *Jordfundne og nulevende Pungdyr fra Lagoa Santa.* 1894. In-4° de 132 p. et 4 pl.

WOODWARD, M. F. *On the Milk dentition of Procavia capensis and of the Rabbit with Remarks on the relation of the Milk and Permanent dentition of the Mammalia. — Proceed. of the Zool. Soc. of London,* 1892, p, 38-50.

— *Contributions to the study of Mammalian Dentition.* Part. I. *On the Development of the teeth of the Macropodidœ. — Proceed. Zool. Soc.* 1893. 21 p.

WORTMANN, J. *Comparative Anatomy of the Teeth of the Vertebrata.* Philadelphia, 1886

ZITTEL. *Handbuch der Palaëontologie,* t. IV. a. 1893.

ZUCKERKANDL. *Die Backenzähne des Menschen. — Congress der deutschen und österreïchischen anthropologischen Gesellschaft.* Vienn. 1889.

INDICE DEL TOMO XIV

Páginas

OSCAR DOERING. — El período diurno y ánuo de las tormentas en Córdoba........ 5

GUILLERMO BODENBENDER. — La llanura al este de la sierra de Córdoba; contribución á la historia del desarrollo de la llanura pampeana........ 21

OSCAR DOERING. — La insolacion en Córdoba; resultados correspondientes al quinquenio 1889-1893........ 55

GUILLERMO BODENBENDER. — Los criaderos de wolfram y molibdenita de la sierra de Córdoba; comunicaciones mineras y mineralógicas........ 93

OSCAR DOERING. — Observaciones magnéticas ejecutadas de 1884 á 1888 en la República Argentina y el Paraguay con un magnetómetro de desviacion........ 118

GUILLERMO BODENBENDER. — El terremoto argentino del 27 de Octubre de 1894........ 293

JUAN B. AMBROSETTI. — Materiales para el estudio de las lenguas del grupo Kaingangue (Alto Paraná)........ 331

FLORENTINO AMEGHINO. — Sur l'évolution des dents des mammifères........ 381

CONTENIDO DE LA PRESENTE ENTREGA

PARTE CIENTÍFICA

Páginas

JUAN B. AMBROSETTI. — Materiales para el estudio de las lenguas del grupo Kaingangue (Alto Paraná) 331

FLORENTINO AMEGHINO. — Sur l'évolution des dents des mammifères 381

3 2044 093 251 429

DIGEST OF THE

LIBRARY REGULATIONS.

No book shall be taken from the Library without the record of the Librarian.

No person shall be allowed to retain more than five volumes at any one time, unless by special vote of the Council.

Books may be kept out one calendar month; no longer without renewal, and renewal may not be granted more than twice.

A fine of five cents per day incurred for every volume not returned within the time specified by the rules.

The Librarian may demand the return of a book after the expiration of ten days from the date of borrowing.

Certain books, so designated, cannot be taken from the Library without special permission.

All books must be returned at least two weeks previous to the Annual Meeting.

Persons are responsible for all injury or loss of books charged to their name.